

**AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



GUÍAS DE DENSIDAD PARA DOS ESPECIES DE PINO (*Pinus douglasiana* MARTINEZ y *P. oocarpa* SCHIEDE) EN BOSQUES MEZCLADOS EN LA CUENCA HIDROLÓGICA ATENGUILLO-MASCOTA EN EL ESTADO DE JALISCO, MÉXICO.

TESIS DE MAESTRÍA

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

PRESENTA

IGNACIO TOVAR CORTÉS

Linares, Nuevo León. Agosto de 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**GUÍAS DE DENSIDAD PARA DOS ESPECIES DE PINO (*Pinus douglasiana*
MARTINEZ y *P. oocarpa* SCHIEDE) EN BOSQUES MEZCLADOS EN LA
CUENCA HIDROLÓGICA ATENGUILLO-MASCOTA EN EL ESTADO DE
JALISCO, MÉXICO.**

TESIS DE MAESTRÍA

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS FORESTALES**

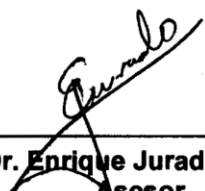
PRESENTA

ING. IGNACIO TOVAR CORTÉS

COMITÉ DE TESIS



Dr. Oscar A. Aguirre Calderón
Director



Dr. Enrique Jurado Ybarra
Asesor



Dr. Javier Jiménez Pérez
Asesor

Linares, Nuevo León. Agosto de 2008

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres José y Ramona

A mi esposa Rebeca

A mis hijas Sara y Rebeca

A mis hermanos (as) María Guadalupe, María Cristina, Silvia, José Guadalupe, Baudelia, José Ángel, Javier, Carlos y Sergio.

A mis sobrinos (as)

A mis cuñados(as)

A mis maestros (as)

A mis compañeros

He obtenido: de Dios la fuerza, de mis padres la vida, de mi esposa el motivo, de mis hijas la alegría, de mis hermanos la perseverancia, de mis maestros la filosofía, de mis cuñados el buen trato, de mis compañeros el reto y de mis sobrinos, la Algarabía.

Le dedico una mención muy sentida a mis papás por su ejemplo de trabajo, respeto y tenacidad para obtener, por la cultura del esfuerzo, aquello que nos haga aquilatar el verdadero valor y sentido de la vida. Y agradezco a Dios el tener el privilegio de contar con ellos en todo momento, aún en las etapas más álgidas de la vida. Es un gran placer y es grandioso.

AGRADECIMIENTOS

El listado que hago a continuación no revela en realidad el gran apoyo que he recibido de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y de los colegas inmersos en el sector forestal en el estado de Jalisco. Sin embargo, es un intento leal de reflejar con fidelidad las participaciones, apoyos, consejos, pláticas relativas al tema, cátedras e incluso, detracciones de altura bienintencionadas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología agradezco la beca que me otorgó para realizar mis estudios, sin la cual, esto no hubiera sucedido.

Al Ing. José de Jesús Álvarez Carrillo, Delegado de la SEMARNAT en Jalisco, por su apoyo incondicional para el desarrollo del presente proyecto.

Al M. en C. José Francisco Limón y al Ing. Mario Fuentes Ochoa, su apoyo en la consecución de literatura, su apoyo moral y amistad, esta última por mi parte, recíproca.

A la Bióloga Martha Alicia Oliva León y al Lic. Jorge Rivera Alcaraz, su apoyo en obtención de bibliografía, arreglo de datos y redacción de antecedentes sobre el tema.

A la Geógrafa Sandra Medina, por la elaboración de las imágenes de la cuenca y de su localización.

A la Consultaría Ambiental Mascota, representada por el Ing. Juan José Fajardo Aceves, por su autorización para utilizar la base de datos de su Inventario Regional Estratégico, utilizado para planear el SICEDESJ.

Al Ing. Jesús Zepeta, por su apoyo en la parte logística al proporcionarme datos, literatura relacionada, aconsejarme y hacer valiosos comentarios sobre el tema.

Los Ingenieros Forestales Juan Valencia y Miguel González Navarro, Aristeo Barrios y Alfredo Martínez, al proporcionarme literatura relativa al tema, incluida la propia.

Al LCC. Carlos Fouar Cortés por su incondicional apoyo moral y en el arreglo de los datos.

A los Lic. En L.A. Sergio Fouar Cortez y Patricia Benítez por la traducción del resumen.

Al M. en C. Agustín Rueda Sánchez, mi paisano, por su amistad y apoyo logístico.

Al Doctor Juan De Dios Benavides Solorio, por sus atinados consejos con sabor a golpes de realidad.

Al M. en C. Esteban Talavera, por su apoyo en la parte filosófica del trabajo en conjunto con mi asesor externo, el Dr. Benavides Solorio y por mostrarme la parte amable de intentar hacer investigación, además de su tenacidad en la crítica constructiva del fondo y la forma del proyecto. A la M. en C. Rebeca Aldana Barajas, mi bienamada esposa, quien me asesoró en el proyecto, en su revisión del fondo y la forma, sus apasionados consejos, atinadas aportaciones y comentarios personales para mejora del mismo. Con su apoyo tenaz y decidido me impulsó a elaborar la tesis, con la intención de que cerrara un ciclo que estaba inconcluso en mi vida. Su asesoría, además, incluyó dosis altas de paciencia, tolerancia y amor. Es bueno tener la asesoría en casa.

Por la Facultad de Ciencias Forestales: siento que me di y me dieron una segunda oportunidad; les agradezco entrañablemente a todos los maestros con los que tuve un reencuentro y este se tornó más ágil, dinámico, maduro y colmado de experiencias.

Al Dr. Javier Jiménez Pérez por la revisión del escrito y las observaciones y propuestas de mejora del mismo.

A Enrique Jurado Ibarra, Ph. D, mi maestro y amigo, por su tolerancia y paciencia en la definición del tema de tesis y sus invaluable consejos en relación al postgrado y al proyecto; le amenazo con otro (el Doctorado).

Deseo hacer una mención especial del Dr. Oscar Alberto Aguirre Calderón, director de la presente tesis. Debo destacar su paciencia, tolerancia y apoyo incondicional para definir el tema del proyecto; además, su apoyo en la logística del trabajo definitivo, por encargarse de buena parte del proceso administrativo, debido a mi cambio de residencia a la ciudad de Guadalajara; la revisión de los escritos previos al documento final, incluyendo comentarios, haciendo observaciones con sus respectivas propuestas y apoyo en el proceso de los datos y la interpretación de los resultados. Por si esto no fuera suficiente, agradezco su amistad manifiesta.

La técnica Sandra Cano, quien hizo que sintiera la parte amable de los engorrosos trámites administrativos, que a fin de cuentas se tienen que hacer, pero sin el agrio sabor de la burocracia y lo frío de las cuentas y fechas fatídicas, por eso y por tu amistad, gracias.

Al personal actual de la subdirección de Posgrado, por su atenta asesoría en los trámites.

Manifiesto que el presente trabajo de investigación es original y fue desarrollado para obtener el grado de Maestría en Ciencias Forestales y que, donde se utiliza información de otros autores, se otorgan los créditos correspondientes.

Ing. Ignacio Tovar Cortés

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
SUMMARY.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES.....	5
2.1. Guías de densidad.....	7
2.1.1. Trabajos relativos.....	8
2.2. Supuestos y propósitos de las guías.....	13
2.3. Aplicación de las guías de densidad.....	17
2.4. Índice de Densidad del Rodal de Reineke.....	18
3. OBJETIVOS.....	26
3.1. Objetivo general.....	26
3.2. Objetivos particulares.....	26
4. HIPÓTESIS.....	27
5. SUPUESTO DEL PROYECTO.....	28
6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	28
6.1. Localización del área de estudio.....	28
6.2. Fisiografía.....	29
6.3. Topografía.....	29
6.3.1. Relieve.....	30
6.3.2. Disección vertical.....	31

6.4. Clima.....	31
6.4.1. Precipitación y temperatura.....	31
6.4.2. Tipos climáticos.....	32
6.5. Geología.....	33
6.6. Tipos de suelo.....	33
6.7. Hidrología.....	34
6.8. Altitud.....	35
6.9. Tipos de vegetación.....	35
6.9.1. Bosque oyamel-pino-encino y oyamel-encino-pino.....	35
6.9.2. Bosque de pino.....	35
6.9.3. Bosque de pino-encino.....	36
6.9.4. Bosque de encino.....	36
6.10.. Uso del suelo.....	38
6.11. Área de influencia de las guías.....	39
6.12. Descripción de las especies.....	39
6.12.1. <i>Pinus douglasiana</i> MARTÍNEZ.....	39
6.12.2. <i>Pinus oocarpa</i> SCHIEDE.....	41
7. METODOLOGÍA.....	42
7.1. Inventario estratégico.....	42
7.2. Diseño de muestreo.....	43
7.3. Tamaño de muestra.....	43
7.4. Fundamento del método.....	44
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48

9. CONCLUSIONES.....	61
10.RECOMENDACIONES.....	62
11.LITERATUIRA CITADA.....	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio. Delimitación de la Cuenca Hidrológica Atenguillo-Mascota, Jalisco.	29
Figura 2. Condición topográfica de la Cuenca Hidrológica Atenguillo-Mascota, Jal.....	30
Figura 3. Diagramas ombrotérmicos de Mascota y Atenguillo, Jal. (A y B, respectivamente).....	32
Figura 4. Tipos de suelo de la Cuenca Hidrológica de Atenguillo Mascota, Jalisco.	37
Figura 5. Tipos de vegetación de la Cuenca Hidrológica Atenguillo-Mascota, Jalisco.	41
Figura 6. Forma y tamaño de las parcelas de muestreo, utilizadas en el inventario estratégico de la Región Atenguillo-Mascota, Jal. (Tomado de Fajardo <i>et al.</i> , 2001).	43
Figura 7. Dispersión de los 63 datos para <i>Pinus douglasiana</i> . Obsérvese el valor de $R^2 = 0.145$ y para $b = -0.4188$, valores que indican la falta de ajuste del modelo seleccionado.	54
Figura 8. Dispersión de los 42 datos para <i>Pinus oocarpa</i> . Obsérvese el valor de $R^2 = 0.125$ y para $b = -0.2358$, valores que indican la falta de ajuste del modelo seleccionado.	55
Figura 9. Dispersión de los datos para <i>Pinus douglasiana</i> , donde se relacionan el \ln de (N) y el \ln de (Dgw). Obsérvese la tendencia lineal con un valor para R^2 de 0.71 y el valor para $b = -1.1032$.	57
Figura 10. Dispersión de los datos para <i>Pinus oocarpa</i> , donde se relacionan el \ln de (N) y el \ln de (Dgw). Obsérvese la tendencia lineal con un valor para R^2 de 0.3973 y el valor para $b = -1.2789$.	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sitios seleccionados de la especie <i>Pinus douglasiana</i> MARTÍNEZ para la primera corrida.....	48
Tabla 2. Sitios seleccionados para <i>Pinus oocarpa</i> SCHIEDE, para la primera corrida.....	50
Tabla 3. Sitios seleccionados para <i>Pinus douglasiana</i> MARTÍNEZ. Segunda corrida con 63 sitios.....	52
Tabla 4. Sitios seleccionados para <i>Pinus oocarpa</i> SCHIEDE. Segunda corrida con 42 sitios.....	54
Tabla 5. Sitios seleccionados para la especie <i>Pinus douglasiana</i> MARTÍNEZ. Tercera corrida con 26 sitios.....	56
Tabla 6. Sitios seleccionados para la especie <i>Pinus oocarpa</i> SCHIEDE. Tercera corrida con 21 sitios.....	57
Tabla 7. Tabla general de datos para las dos especies estudiadas <i>Pinus douglasiana</i> y <i>P.oocarpa</i> .	67

RESUMEN

El propósito de este estudio fue elaborar guías de densidad para *Pinus douglasiana* y *P. oocarpa* presentes en bosques mezclados en la cuenca hidrológica de Atenguillo-Mascota, en el estado de Jalisco. Utilizando una base de datos que se obtuvo a través del inventario estratégico contemplado en el Sistema de Conservación y Desarrollo Silvícola, se seleccionaron los sitios de mayor densidad donde predominaban las dos especies propuestas; utilizando el paquete estadístico S-PLUS, se corrieron los datos con el modelo de Reineke (1933) generalizado por Puettman (1992) y diversas extensiones del modelo citado realizadas por Torres y Velázquez (2000) para obtener las funciones de la relación entre el número de árboles por hectárea y su diámetro cuadrático promedio por sitio. El modelo con el cual se obtuvieron mejores resultados fue el siguiente: $Ln.N. \sim PS_1.Ln.Dqw. + S_2.Ln.Dqw.$ Los resultados de la pendiente (b) y el coeficiente de correlación para *Pinus douglasiana* y para *P. oocarpa* fueron:

$$\begin{array}{ll} PS_1 Ln Dqw & -1.0847 \\ PS_2 Ln Dqw & -1.0601 \quad R^2 = 0.7176 \\ \\ PS_1 Ln.Dqw & -1.2027 \\ PS_2 Ln.Dqw & .1.1181 \quad R^2 = 0.4024 \end{array}$$

Se comparan los resultados con el modelo de Reineke (1933) trabajos diversos relacionados al tema.

SUMMARY

The main purpose of this study was to create density guides to *Pinus douglasiana* and *P. oocarpa* present on the mixed forest in the hydrologic basing from Atenguillo Mascota , on Jalisco State. The data obtained and used was from the strategic inventory considered on the Sistema de Conservación y Desarrollo Silvícola (SICODESI). The places of maximum density were selected, where the two species proposed predominated. It was taking into account the s-plus statistics program. The information was fitted on the Reineke (1933) model. Generalized by Puettman (1992). A diversity of extensions about this model expose by Torres and Velazquez(2000) to obtain the functions of the relations among the number of trees per hectare and its quadratic mean diameter per site. Best results were obtained from this model as it is shown

Ln.N.~PS₁.Ln.Dqw.S₂.Ln.Dqw. Results from slope (b) and correlation coefficient for Pinus Douglasiana and for p.oocarpa were next.

PS₁ Ln Dqw -1.0847
PS₂ Ln Dqw -1.0601 R² = 0.7176

PS₁ Ln.Dqw-1.2027
PS₂ Ln.Dqw .1.1181 R² = 0.4024

The results are compared with Reineke(1993) model and another documents related to this topic.

1. INTRODUCCION

En el estado de Jalisco, la producción forestal maderable proviene de bosques y selvas, los cuales son manejados mediante la aplicación de diversos sistemas de desarrollo silvícola, caracterizados por el manejo de bosques naturales, es decir, basados en la regeneración natural como su principal fundamento de manejo.

Este manejo ha ido evolucionando de simple cosecha a la aplicación de diversos métodos de desarrollo silvícola, siendo uno de los estados donde se aplica el mayor número de éstos. Sin embargo, las herramientas para el desarrollo silvícola como el índice de sitio el cual sirve para identificar la productividad de los suelos aún son insuficientes por no haber sido desarrolladas o por falta de su uso más extensivo y común (Becerra, 1986).

En este sentido, como una contribución al manejo forestal óptimo en la región de la cuenca Atenguillo-Mascota en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur en Jalisco, México, se elabora el presente trabajo con la finalidad de construir guías de densidad para dos especies predominantes (*Pinus douglasiana* y *P. oocarpa*) en bosques mezclados de dicha zona. Para ello, se plantea obtener curvas guías promedio y de nivel máximo de densidad a partir de las cuales se puedan proyectar el resto de los niveles de densidad.

A partir de datos obtenidos del inventario estratégico levantados con el Sistema de Conservación y Desarrollo Silvícola, se consideraran los sitios de mayor densidad de

las especies de pino motivo de este estudio así como las otras especies maderables presentes. Un parámetro por utilizar para su comparación con los obtenidos es el índice de Densidad de Reineke , (IDR) con base en el valor teórico de la pendiente de - 1.6 y el coeficiente de correlación a cualquier nivel de densidad.

Uno de los objetivos del presente trabajo es obtener gráficas de referencia de densidad para su aplicación masiva en el ámbito del territorio inventariado.

2. ANTECEDENTES

Desde la perspectiva del desarrollo silvícola, el manejo de recursos forestales tiene como base el concepto de rendimiento sostenido, que se refiere a la capacidad de las áreas boscosas de proveer de manera permanente y óptima los múltiples bienes y servicios que la sociedad demanda (Aguirre, 1997).

Con fundamento en el anterior supuesto, se asume que la forma común en que un silvicultor conduce la evolución de un rodal, principalmente de origen natural, hacia una condición que le permita satisfacer los objetivos de manejo silvícola impuestos, es vía la manipulación de la estructura y composición del rodal; fundamentalmente a través de un control apropiado de la densidad y del grado de densidad de éste (Lancaster y Leak, 1978; Daniel *et al*, 1982 citados por Zepeda y Villarreal, 1987).

Por su parte, Mogren (1983, citado por Becerra, 1986), menciona que existe una opinión generalizada entre los técnicos forestales, acerca de que quizá la responsabilidad más importante de un silvicultor es la de mantener la densidad “correcta” en los rodales bajo tratamiento, mencionando además, que esto quiere decir que la diferencia fundamental entre los bosques manejados y no manejados consiste en el control de la densidad, la cual es una herramienta indispensable para llevar al cabo un buen manejo forestal .

Dentro de las herramientas utilizadas para la elaboración de programas de manejo forestal, los diagramas de manejo de la densidad constituyen un instrumento valioso

para la planeación de regímenes de tratamientos silvícolas que garanticen una óptima ocupación del sitio de acuerdo con los objetivos de producción propuestos para éste (Márquez y Álvarez, 1995).

En relación al tema, se han construido en México diversas guías de manejo de la densidad y como ejemplos se mencionan las siguientes: guía para *Pinus patula* por Becerra (1986) guía para *Pinus hartwegii* por Zepeda y Villareal (1987) y guía para *P. pseudostrobus* por Aguirre *et al.* (1994). De los trabajos realizados en Norteamérica se mencionan los siguientes: Drew y Flewelling (1979) guía para *Pseudotsuga menziesii*; De Flewelling y Drew (1985) guía para *Pinus contorta* y De McCarter y Long (1986) guía para *P. douglasiana*. Sin embargo, estos trabajos son insuficientes (Becerra, 1986) debido a que contemplan pocas especies y escasas localidades donde se distribuyen dichas especies.

En el presente trabajo y en el estudio de anteriores se observa que las guías de densidad son un instrumento que sirve para sentar las bases técnicas en el manejo forestal, con las que se puede estimar diámetros cuadráticos, densidad y grado de densidad (Zepeda y Villarreal, 1987) clasificación de rodales (Powel y Barnard, 1979) evaluación y comprensión del comportamiento de rodales (Zepeda y Villarreal, 1987) y diseño de regímenes silvícolas (Phillbrook *et al.*, 1973; Solomon, 1974; Gringrich, 1967 y Powel y Barnard, 1979).

2.1 Guías de densidad

Una guía de densidad puede considerarse como un diagrama en donde se definen las relaciones entre el diámetro cuadrático medio del rodal, área basal por unidad de superficie y árboles por unidad de superficie y, para su elaboración, se fundamenta en requerimientos de espacio de crecimiento (Dean, et al., 1996). Otra acepción es que las guías de densidad son diagramas que comparan el número de árboles, área basal y diámetro cuadrático de rodales que exhiben máxima densidad (Gingrich, 1967). Dice este autor que las guías de densidad originalmente se construyeron para caracterizar la densidad de bosques constituidos por latifoliadas en los estados del centro de los Estados Unidos.

Es conocido que se han realizado trabajos sobre predicciones de rendimiento de los rodales (Daniel *et al.*, 1982 citado por Becerra, 1985) sin embargo, los mecanismos biológicos del crecimiento y la forma en que los tratamientos silvícolas pueden modificarlo, aún no han sido bien descritos.

Más aún, estos autores consideran que una primer tarea del silvicultor es la de comprender en su totalidad la estructura de los rodales (Daniel *et al.*, 1982 citado por Becerra, 1986) a través de describir las interrelaciones del rodal con los suelos, con el resto de la vegetación, las enfermedades, incendios, plagas, el microclima e interacciones ecológicas.

Sin embargo, en la actualidad se han elaborado diversos trabajos enfocados a describir la estructura de los diferentes ecosistemas mediante índices (tales como índices ecológicos de estructura foliar, índices de diferenciación diamétrica, índices de

diferenciación en altura, índices de distribución vertical de especies, índices de distribución espacial, índices de mezcla de especies, entre otros) por autores como Jiménez *et al.*, (1999); Aguirre *et al.*, (1998); Ruiz (2005); González (2006).

La segunda parte de la propuesta de Daniel *et al.*, (1982) es la de proyectar hacia el futuro la naturaleza de los rodales sin ordenación, tomando como base el conocimiento de la historia e interpretación ecológica de los mismos lo cual permita hacer una apreciación de su estructura pasada.

Zepeda, en su obra de 1984 y citado por Becerra (1986), señala que entre las variables con las cuales es posible caracterizar dasométricamente a los rodales, la densidad juega un papel sobresaliente por ser el principal indicador, del grado en que los árboles ocupan realmente, el área de un lugar y porque es una de las pocas variables con que se puede representar de manera sencilla, la estructura de los rodales.

Por lo tanto, se puede afirmar que el concepto de densidad no es más que una unidad de medición que se refiere a la presencia de árboles en un área determinada (Becerra, 1986).

2.1.1 Trabajos relativos

Existen trabajos que describen los fundamentos de la elaboración de las guías de densidad; como ejemplo, Gingrich (1967) generó una metodología consistente en generar la creación de ecuaciones de la relación área árbol (RAA) para rodales de alta densidad y del factor de competencia de copas (FCC) para árboles aislados, con el propósito de determinar los requerimientos de espacio mínimo y máximo de un árbol

con cierto diámetro normal que requiere para crecer adecuadamente (Zepeda y Villarreal, 1987). Posteriormente, estimó la proporción de espacio de crecimiento y determinó que la densidad mínima representaba el 58 por ciento de la densidad máxima, en ambos casos bajo una utilización plena del espacio de crecimiento; con datos de incremento diamétrico estimó la densidad que en 10 años alcanza el nivel de densidad mínima en sitios de calidad promedio.

Cochran (1985, citado por Zepeda y Villarreal, 1987) generó curvas de niveles de densidad para *Larix occidentalis* Nutt. de Óregon y Washington con apariencia de una guía de densidad. Esas curvas muestran la influencia del de sitio y la densidad (área basal y número de árboles por acre) sobre el diámetro cuadrático promedio de rodales bajo manejo de dimensiones comerciales. La forma del diagrama de niveles de densidad es similar a la de una guía, sólo que en lugar de la escala de grado de densidad aparece una escala de sitio para dos niveles de densidad: el 75% y el 40% de la densidad normal.

En otro trabajo, Langsaeter (1941) citado por Daniel *et al.* (1982), al estudiar los efectos del raleo sobre el crecimiento en volumen, hizo una descripción de los efectos de la densidad (expresada en términos del volumen en metros cúbicos) sobre el crecimiento en volumen. El autor menciona que si bien se desconocen las curvas reales de valores cuantitativos de los diferentes suelos, especies o edades, la forma de la curva para un suelo y edad particulares se considera bien establecida. Este investigador divide las curvas en cinco segmentos basados en la respuesta del rodal al incremento del

volumen y especifica que sus curvas sólo pueden aplicarse a un sitio y edad particulares.

Zeide (2004), menciona que los silvicultores han desarrollado diversas formas de medir la densidad (índices de densidad, área basal y superficie foliar), pero ninguno de ellos es enteramente satisfactorio; esto debido a que la mayoría de las mediciones presentan al número de árboles por unidad de superficie como una función de un factor: el árbol medio del rodal.

Zeide (2004) describe el segundo factor el cual dirige el auto aclareo: la acumulación de claros entre las copas de los árboles. Considera que esto es inevitable cuando los rodales son tan densos que se sobreponen sus ramas. Menciona además, un modelo para contabilizar y computar ambos factores que permita cuantificar la densidad de los rodales y encontrar un número simple que sirva para caracterizar la densidad de rodales sin disturbios. Este número cambia con la especie, siendo más alto para las especies tolerantes. Se encontró que el segundo factor afecta la sobre vivencia de los árboles pero no de su crecimiento. Esto último demuestra que existen dos grupos o tipos de densidad.

Kershaw y Fischer (1991) desarrollaron un diagrama de densidad para manejar los bosques mezclados de especies maderables en la parte alta de los estados centrales (sur y oeste de Indiana, USA). En el diagrama se utilizan los conceptos de auto aclareo para establecer una curva de densidad máxima y el nivel medio de Gingrich (1967) para formular los niveles de densidad intermedios. Además, el diagrama de Gingrich puede

ser utilizado para determinar necesidades de intervenciones silvícolas como aclareos y otras operaciones de manejo intensivo. Adicionalmente, el diagrama tiene la ventaja de relacionar el volumen mejor que el área basal con la densidad del rodal y está organizado de tal manera que permite el desarrollo de los patrones del rodal para ser predichos.

Torres y Velázquez (2000) proponen un modelo de densidad relativa para rodales coetáneos mezclados, el cual permite evaluar densidad en rodales compuestos por especies de tolerancia diferente; adicionalmente, hacen comparables las medidas de densidad independientemente de la edad y composición del rodal. Presentan, además, una aplicación práctica en bosques mezclados del estado de Durango.

Esta metodología se adopta para el presente trabajo, debido a las características de los bosques templados de la región sierra occidental, preferentemente mezclados de los géneros *Pinus* y *Quercus* en diferentes proporciones.

De acuerdo con Yoda *et al.* (1963), la relación matemática dada por la ecuación $-3/2$ (1.5) es interpretada como un evento universal al cual denominaron como “Ley de auto aclareo”, siendo un modelo consistente con amplia aplicación para describir la regulación de la densidad en poblaciones vegetales y la primera ley básica demostrada en ecología. El postulado de Yoda *et al.* (1963) para construir el modelo fue bajo las siguientes suposiciones:

1. La forma de las plantas de la misma especie es geométricamente similar, independientemente del estado de desarrollo del rodal y de las condiciones del medio.
2. El auto aclareo ocurre sólo cuando en un rodal el total de la cobertura del dosel excede el 100% y opera para mantener el 100% de la cobertura.

Durante casi dos décadas, la Ley de Aclareo fue la base de numerosas investigaciones que validaban el modelo y extendían sus aplicaciones sobre todo en masas forestales, por ejemplo en la construcción de guías de densidad Drew y Flewelling (1977, 1979); McCarter y Long (1986); Long (1988).

Sin embargo, un análisis crítico al trabajo de Yoda *et al.* (1963), llevado a cabo por Weller (1987a, b), ha cuestionado la universalidad de dicha Ley, igual que Zeide (1985, 1987, 1991) lo ha hecho, particularmente en su utilización sobre masas forestales. Este último autor argumenta que la Ley posee relevantes inconsistencias, así como inexactitudes empíricas, entre las que destacan que no siempre existe una alometría exacta entre el fuste y la copa de los árboles, ya que ambos parámetros cambian conforme crece el árbol debido a razones, mecánicas, fisiológicas y ecológicas ya que los claros provocados por la caída de árboles maduros en un rodal ocasionan una disminución en la pendiente $-b$, debido a que los árboles residuales no alcanzan a cubrir el espacio dejado por el árbol caído. Este patrón hace que la pendiente sea mayor en etapas tempranas y disminuya en etapas maduras, haciendo que aún en escala logarítmica la línea sea curva y no lineal como lo reportaron Yoda *et al.* (1963).

2.2 Supuestos y propósitos de las guías de densidad

En la mayoría de guías de densidad se supone que las normas de densidad y grado de densidad utilizadas no son influenciadas por la edad, la calidad de sitio y/o estructura de los rodales y que dentro del rango de densidad definido como suficiente hay una utilización completa del espacio de crecimiento desde el punto de vista de ocupación del área y crecimiento adecuado de los rodales (óptimo) a decir de Gingrich (1967) y Powel y Bernard (1979), lo que sugiere que en dicha región la producción total de madera (crecimiento en área basal o volumen) es sensiblemente igual, aunque el crecimiento individual sea diferente (Gingrich, 1967; Daniel *et al*, 1979).

Las guías, por tanto, están basadas en el supuesto de que en un sitio dado, el espacio de crecimiento es el factor dominante que controla la tasa de crecimiento de los árboles individuales y que la competencia inicia cuando todo el espacio de crecimiento disponible para un rodal es igual al espacio que requerirían todos los árboles de ese rodal para crecer adecuadamente si lo hicieran como árboles aislados (Gingrich, 1967; Powel y Barnard, 1979), i.e., están basadas en requerimientos de espacio de crecimiento (Leak, 1981).

Las guías tienen un límite máximo y un límite mínimo. El límite máximo se obtiene mediante la representación gráfica de los datos que estima la relación área-árbol o del de Reineke, valorados en rodales con densidad normal o densidad máxima. El límite mínimo se determina graficando los resultados estimados con el factor de competencia de copas (Zepeda y Villarreal, 1987 y Powel y Barnard, 1979).

El límite máximo se marca con una línea denominada “A” y el límite mínimo se traza con una línea denominada “B”; se traza una tercera línea denominada “C” que representa los cambios de densidad que un rodal probablemente tendrá para que en 10 años llegue a la línea “B” (Zepeda y Villarreal, 1987).

Por esto último se supone que en ausencia de cortas y otros disturbios, el grado de densidad de los rodales localizados arriba y abajo del nivel “A” tiende, al paso del tiempo, hacia este último nivel (Zepeda y Villarreal, 1987).

En cuanto a los rodales que se localizan “sobre la línea B” se supone que crecen con el espacio máximo posible requerido para crecer sin competencia alguna y que, en ausencia de cortas o muerte catastrófica, tenderán al paso del tiempo hacia el nivel “A”.

Todo esto en el contexto de las guías de densidad, sujeto a la consideración de que con la RAA se supone que el área del sitio se distribuye entre los árboles que la pueblan, mientras que con el FCC, se asume que el espacio de crecimiento es igual al área de la proyección en planta de la copa de los árboles considerados (Zepeda, 1984; Zepeda y Villarreal, 1987).

A decir de Gringrich (1967) y Solomon y Leak (1969) citados por Zepeda y Villarreal (1987), la línea “B” representa, por ende, la densidad mínima aceptable a la que se debe mantener un rodal cuando el objetivo de manejo silvícola es la maximización de su tasa de crecimiento. La idea es mantener el rodal tan uniforme como sea posible y

“moverlo” a través del tiempo “sobre” o cerca del nivel “B” (Powel y Barnard, 1979, citados por Zepeda y Villarreal, 1987).

Esto significa que en toda guía se supone que el nivel “B” representa la densidad mínima para un crecimiento adecuado de los rodales en ausencia total de competencia (Zepeda y Villareal, 1987).

Sin embargo, tal nivel es calculado regularmente asumiendo que las copas de los árboles, por el uso del FCC, son redondas; supuesto que implica la superposición obligada de copas para poder cubrir totalmente el área del sitio y sugiere la adopción de otra forma de espacio de crecimiento más lógica y que procure mejor correspondencia entre “B” y el crecimiento de los rodales (Leak, 1981, citado por Villarreal, 1987).

Zepeda y Villareal (1987) mencionan que los resultados de Curtis (1970), Seymour (1977) y Leak (1981), evidencian que los métodos tradicionales usados para definir la región “A” – “B” pueden no garantizar, del todo, la satisfacción plena de los supuestos iniciales. La curva “C” muestra, por otra parte, el grado de densidad necesario para alcanzar el nivel “B” en 10 años en sitios de calidad promedio (Gringrich, 1967). Los rodales localizados entre “B” y “C” son, por lo tanto, subpoblados, pero en el curso de 10 años, en promedio, serán plenamente poblados (Gringrich, 1967).

Aceptando como válido lo anterior, todos los rodales localizados arriba de “A” deben ser aclarados y todos aquellos debajo de “C” cortados y repuestos, ya que ambos

extremos representan pérdidas de crecimiento. Conviene indicar que la línea “C” no es indispensable, ya que el interés se centra por lo regular en definir la región “A”- “B”.

Finalmente, es prudente apuntar que las guías basadas en dimensiones de copa, llevan la implicación de que la competencia por luz es el factor más importante y que las recomendaciones de densidad son aplicables a un rango amplio de sitios; suposición probablemente incorrecta debido a que Leak (1981):

- ✓ Ignora la posibilidad de competencia bajo el suelo en terrenos secos o pobres en nutrientes.
- ✓ Ignora el hecho de que el crecimiento en volumen comúnmente está relacionado con la interacción calidad de sitio-densidad.
- ✓ No existen todavía evidencias de que los indicadores de densidad comúnmente utilizados sean plenamente independientes de la calidad de sitio (Zepeda, 1984, citado por Zepeda y Villarreal, 1987).

Según todo lo anterior, el objeto principal de las guías de densidad es auxiliar a los dasónomos prácticos y/o a los propietarios para obtener indicadores de campo, en forma inmediata, con los que puedan decidir sobre prescripciones silvícolas alternativas que propicien mejores condiciones de crecimiento para los rodales en el menor tiempo posible (Zepeda y Villarreal, 1987).

Todo ello a base de cortas intermedias y de regeneración (Powel y Barnard, 1979); clave para la buena silvicultura cuando el objetivo primario es la producción de madera de alta calidad (Gringrich, 1967).

De lo anterior se desprende que, las guías proveen las bases para diagnosticar necesidades de aclareos, prescribir niveles de densidad residual y decidir cuando los rodales tienen material de calidad suficiente para sujetar la masa a manejo intensivo, por lo que deberían ser ampliamente usadas por dasónomos prácticos así como en la estandarización de tratamientos silvícolas y en el desarrollo de modelos de predicción de rendimiento (Leak, 1981).

2.3 Aplicación de las guías de densidad

Zepeda y Villarreal (1987) discuten ampliamente el tema y mencionan que entre los usos más conspicuos de las guías, destacan los siguientes: estimación de diámetros cuadráticos promedio, estimaciones de densidad y grado de densidad (Zepeda, 1984), clasificación de rodales (Powel y Barnard, 1979), evaluación y comprensión del comportamiento de rodales, diseño de regímenes silvícolas (Phillbrook *et al.*, 1973; Solomon, 1974; Gringrich, 1967 y Powel y Barnard, 1979) y valoración monetaria de masas (Rivero y Zepeda, 1985).

Por otra parte, conocido el diámetro cuadrático promedio de un rodal y el número de árboles que lo constituyen, su área basal puede ser calculada en forma inmediata.

Igualmente, al conocer el área basal y el diámetro cuadrático promedio, el número de árboles se obtiene fácilmente (Zepeda y Villarreal, 1987).

El grado de densidad de rodales de composición botánica similar a aquellos empleados para construir la guía de densidad, también puede estimarse una vez que se conocen el número de árboles, el área basal y el diámetro promedio del rodal en cuestión (Zepeda y Villarreal, 1987).

Esto último resulta de utilidad cuando se desea conocer la proporción de rodales de una región con ciertas características de densidad y grado de densidad; sobre todo cuando se pretende preparar mapas forestales utilizando como criterio clasificatorio a algunos de estos dos tipos de densidad (Zepeda, 1984).

2.4. Índice de Densidad del Rodal de Reineke

Con la finalidad de poder comparar diversas densidades en diferentes clases diamétricas, Reineke (1933) hizo lo siguiente; en papel con cuadriculado logarítmico, graficó los datos obtenidos en un lote de muestreo de *Abies magnifica* establecido en California, E.U.A. y determinó una curva máxima de número de árboles o de máxima densidad por unidad de superficie para cualquier diámetro promedio, a la cual denominó **Curva de Referencia**, la cual no es una curva ajustada por mínimos cuadrados o cualquier otro método. La expresión matemática del IDR es:

$$N = a' Dq^b$$

Que también se puede expresar de forma lineal como:

$$\ln(N) = a + b \ln(Dq)$$

Donde **N** representa el máximo número de árboles dado un diámetro cuadrático promedio (**Dq**); **a** y **b** son parámetros del modelo [**a** = ln(**a'**)] (Torres y Velázquez, 2000).

Definió, además, que otras especies presentaban aproximadamente la misma pendiente (-1.605) de la **Curva de Referencia** y que mediante una serie de curvas paralelas a la curva encontrada se puede transformar el número de árboles por unidad de superficie en cualquier diámetro promedio del rodal a una densidad equivalente a una base, de tal forma que el **de Densidad del Rodal de Reineke (IDR)** es el número de árboles por unidad de superficie (1 000 árboles por acre) a un diámetro cuadrático base.

En algunas partes de América del Norte, Europa y Japón, varios investigadores han hecho referencia y/o comparaciones en la determinación de la densidad y en ocasiones varios utilizan el principio de Reineke para obtener la densidad (Valencia, 1974), así mismo otros han determinado pendientes similares a la de Reineke en especies herbáceas de los que se puede señalar los siguientes:

Schur (1937), en regiones del Centro de los E.U.A., sobre lotes de encino, determinó una tabla de rendimiento que permite obtener el límite inferior de la densidad del rodal que es capaz de utilizar el sitio y es de IDR 117 y el límite superior, para la utilización total del sitio, la fijó en IDR de 209, por lo tanto los rodales que se encuentren por encima o por debajo de estos límites se consideran súper o subpoblados respectivamente.

Stahelin (1949) utilizó el principio de Reineke en la obtención de la densidad en rodales de *Pinus taeda* y expresó la densidad como un porcentaje del área basal normal de un diámetro promedio determinado; sin embargo, las áreas basales normales de esta especie, en varios diámetros promedio, se acercan mucho al área basal, para un de 300 árboles (IDR), de modo que las densidades específicas se puedan expresar mejor por medio de valores de s de Densidad del Rodal.

Briegleb (1952) realizó un estudio del crecimiento de rodales explotados de *Pseudotsuga taxifolia* en Dinamarca. En la Costa de los E.U.A., diseñó una tabla con la que conformó una escala de valores de diámetro promedio, altura promedio y el número de árboles dentro del cual el crecimiento bruto podría ser constante, resumiendo que cualquier rodal bajo control de esta especie que tenga una densidad entre IDR 187 a 382 árboles, será igualmente productivo.

Otros investigadores, entre ellos Schnur (1937) y Stochr (1955), obtuvieron curvas básicas calculadas, mediante el método de mínimos cuadrados y determinaron la pendiente como -1.499 en bosques de encinos para las partes altas de los E.U.A., y de

-1.515 para *Populus* sp. que se aproxima a la pendiente obtenida por Reineke (-1.605), lo cual indica la buena medición de la curva de referencia, lo que permite ajustar la curva de máxima densidad de las distintas especies.

Bruce (1965) encontró que varios de los datos de los métodos para determinar la densidad son paralelos a la curva de s de Densidad del Rodal (DR) entre los diámetros a la altura del pecho que van desde 10 a 75 cm.

Gingrich (1967) estableció los límites de densidad (utilizando el de Reineke) de una masa de latifoliadas en las partes altas del Centro de los E.U.A., el cual se basó en la tabla de rendimiento de Schnur (1937) y mencionó que dentro de estos límites para cada diámetro se producirán incrementos uniformes del crecimiento sin que importen la edad y la calidad del sitio. Además, encontró en su caso, que la estructura de los rodales no tuvo efecto significativo sobre el grado de densidad de los mismos.

Sin embargo, Solomón y Leak (1969), mencionan que los rodales coetáneos e incoetáneos deben ser considerados por separado; sobre todo porque la medición e interpretación del grado de densidad es diferente en estos dos tipos de rodales.

Hett (1971) consignó que la mortalidad es relativamente independiente de la edad en los primeros años de *Acer saccharum* pero que declina a medida que madura la planta. Al mismo tiempo que las plantas se van muriendo los individuos remanentes se tornan más grandes y lógicamente las más pequeñas son continuamente eliminadas de la población: por lo tanto, en localidades de una especie vegetal, existe una estrecha

relación entre el tamaño de la planta y la densidad de la localidad; un mayor tamaño y peso de la biomasa de los tallos está asociado con una densidad menor de tallos por unidad de área. Esta relación está representada por la fórmula:

$$\log (w) = a+b \log(p)$$

Donde:

w = peso medio de plantas vivas

a = constante

b = pendiente

p = densidad

La pendiente obtenida en este estudio es similar a la Ley de los $-3/2$.

Aguirre *et al.* (1995) realizaron la caracterización de la densidad en bosques incoetáneos de *Pinus teocote* en la Sierra Madre Oriental del sur del estado de Nuevo León, muestreando un rodal incoetáneo de donde obtuvieron los datos de 20 sitios de muestreo de 0.05 ha, establecidos en diferentes condiciones de densidad y estructura, calculando para cada uno de los sitios de muestreo el grado de densidad e investigando las relaciones funcionales entre este grado de densidad y los resultados del cálculo de los índices de densidad de Reineke (SDI, 1933), de densidad relativa (RDI, Curtis, 1982) y espaciamiento relativo (S%) mediante regresión; encontraron que las mayores correlaciones se observaron entre el GD y SDI y entre GD y RD. Concluyen que el SDI_{max} y el RDI_{max} constituyen opciones de fácil aplicación para la caracterización de la densidad de bosques incoetáneos.

Andenmatten y Letourneau (1995), seleccionaron entre las numerosas metodologías disponibles para la determinación de la densidad relativa, el índice de densidad de Reineke IDR (1933) por ser uno de los sencillos para usar (Daniel y Sterba, 1980) y ser el más conocido en la región. El IDR se expresa en unidades decimales, para un diámetro de referencia de 25 cm y una pendiente de -1,7653 correspondiente a la de las plantaciones de *Pino ponderosa* en el oeste de Estados Unidos (DeMars y Barret, 1987; Cochran, 1992).

A decir de Andenmatten y Letourneau (1995), el objetivo del plan de manejo para plantaciones comerciales es maximizar el crecimiento individual en diámetro de los árboles más valiosos para producir materia prima aserrable y desenrollable de alta calidad. Esto implica no obtener la máxima producción potencial en volumen del sitio ya que no se pueden maximizar ambas cosas. Es necesario entonces mantener al rodal dentro de un rango de densidades que reduzca al mínimo la competencia individual sin perder demasiado crecimiento en volumen por unidad de superficie.

Existen numerosas propuestas para expresar la densidad de una masa forestal y entre ellas, a decir de Andenmatten *et al.* (1995) el Índice de Densidad de Reineke métrico (IDR) aparece como una opción confiable y de fácil comprensión; mencionan además, que realizaron una aproximación al de Reineke para la región Andino-Patagónica para el pino Oregon (*Pseudotsuga menziesii*(Mirb) Franco), en el área comprendida entre San Carlos de Bariloche (RN) y Corcovado (Ch). Encontraron que los valores máximos corresponden a IDR métrico superiores a 1,800 árboles por ha, siendo así más elevados que los indicados como máximo biológico para el área de dispersión natural

en Norteamérica (IDR=1,496) (Daniel *et al*, 1982), tomando como base el diámetro medio cuadrático (DAPc) de 25 cm.

En rodales coetáneos monoespecíficos de *Pinus oocarpa* Schiede, se estimó la línea de saturación mediante el modelo de Reineke (1933), utilizando como variables el número de árboles por hectárea (N) y su diámetro cuadrático medio (Dq). Tomando como referencia el valor estimado de la línea de saturación (-b), se hace un análisis del proceso de mortalidad asociada a la competencia (auto aclareo de Yoda *et al.*, 1963) y se describe cuantitativamente la estructura de estos sitios.

El IDR es una medida de la densidad que se obtiene a partir de un límite máximo de densidad previamente determinada. Reineke (1933) definió por medio de un eje de coordenadas logarítmicas, la línea de saturación del rodal a través de la relación número de árboles por unidad de superficie (N) y el diámetro cuadrático medio (Dq).

Esta línea la interpretó como la máxima saturación de árboles de diámetro D esperados en un sitio, para un rodal coetáneo, sin importar la edad o la calidad del sitio. Para los rodales que crecen bajo estas condiciones de saturación, Reineke observó que el coeficiente **b** tomaba un valor aproximado a -1.6, de manera que el límite de densidad esperado está dado por la ecuación:

$$N=a Dq^{-b} \quad (2)$$

De esta manera, con base a la literatura consultada, suponemos que el postulado de Yoda *et al.* (1963) respecto a la “Ley de auto aclareo”, debe ser considerado como un principio que puede diferir de acuerdo con la especie, edad y calidad de sitio.

Tampoco se observó un patrón definido en cuanto a la mortalidad del rodal con respecto a la edad del mismo, ya que existen diferencias en el porcentaje de mortalidad para rodales de una misma edad y aun entre rodales de edades y densidades similares. El mayor número de árboles muertos en algunos sitios probablemente se deba a que el sitio alcanzó la saturación completa en etapas muy tempranas de su desarrollo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General:

- Caracterizar los bosques mezclados donde se presenten las dos especies (*Pinus douglasiana* MARTÍNEZ y *P. oocarpa* SCHIEDE) a través de la densidad y el diámetro cuadrático.

3.2. Objetivos Particulares:

- Elaborar guías de densidad para las dos especies más relevantes en cuanto al número de individuos presentes (*P. douglasiana* MARTÍNEZ, y *P. oocarpa* SCHIEDE) en el área de la cuenca Atenguillo-Mascota, Jalisco, utilizando el número de árboles por hectárea y el diámetro cuadrático promedio.
- Obtener las curvas de referencia de máxima y mínima densidad de dos especies de *Pinus*, (*Pinus douglasiana* y *P. oocarpa* SCHIEDE) para obtener una herramienta auxiliar en el manejo de los bosques mezclados en la cuenca Atenguillo-Mascota, Jalisco.

4. HIPÓTESIS

- Utilizando el **índice de densidad de Reineke** generalizado, es posible elaborar guías de densidad para las especies *Pinus douglasiana* y *P. oocarpa* en bosques mezclados de la cuenca Atenguillo- Mascota, Jalisco, México.

5. SUPUESTO DEL PROYECTO

La densidad y el diámetro cuadrático promedio de la especie más abundante del sitio puede ser utilizada para determinar la densidad completa (ocupación plena) de un rodal, considerando.

6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

6.1. Localización del área de estudio

El área en estudio se encuentra localizada en la región fisiográfica de la provincia Sierra Madre del Sur. Esta porción del estado es identificada como región sierra occidental, la cual cubre un área de **831,121.64 Hectáreas** y de las cuales, la superficie particular del presente trabajo contempla, en los municipios de Mascota y Atenguillo, Jalisco, **583,348.70 ha** y está localizada a 200 km al sur de Guadalajara. Se ubica entre las Coordenadas Extremas: UTM WGS4

UL X: 477031.55
Y: 2324678.06

LR X: 58462.92
Y: 2193762.02

En la figura 1 se presenta de forma desagregada la zona del estudio.

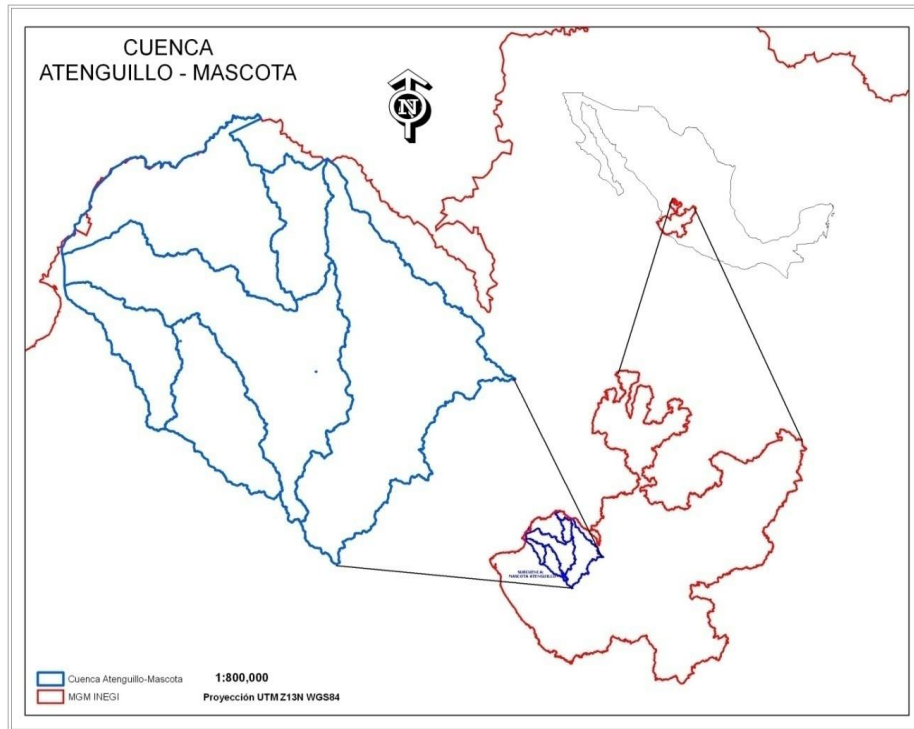


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio. Delimitación de la Cuenca Hidrológica Atenguillo-Mascota, Jalisco.

6.2- Fisiografía

Se localiza en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, donde se encuentran rocas graníticas y volcánicas, su topoforma corresponde a la de Gran Sierra Compleja SPP (1981).

6.3.- Topografía

La topografía de la Cuenca Atenguillo - Mascota, la cual pertenece a la subprovincia Sierras de las Costas de Jalisco y Colima, en el sistema de topoformas Gran Sierra Compleja, es agreste y se caracteriza por tener relieves abruptos y dominan las pendientes mayores al 40% SPP (1973) (Fig. 2).

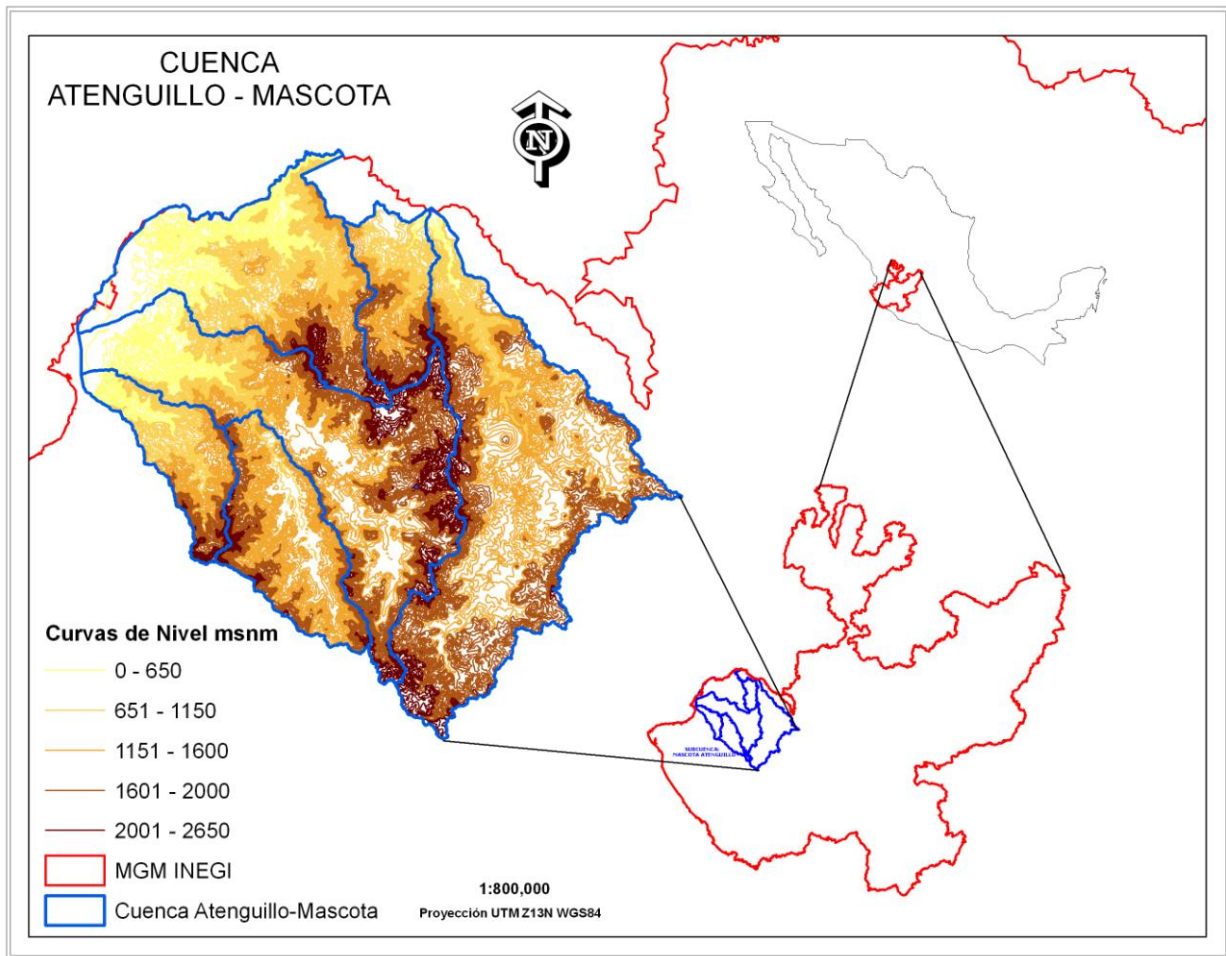


Figura 2. Condición topográfica de la Cuenca Hidrológica Atenguillo-Mascota, Jalisco.

6.3.1 Relieve

La Cuenca Atenguillo-Mascota forma parte de la Sierra Occidental de Jalisco, se ubica dentro de la Región Hidrológica de Ameca, cuenta con parte de los afluentes principales que desembocan en el Río Ameca, presenta altitudes que van de 0 a 2,650 msnm, en una superficie de 5,853.4 km², con pendientes que van de muy suavemente inclinadas (1°) a medianamente inclinadas (10-15°) en la porción mas al Este de la cuenca y de medianamente inclinadas (10-15°) a fuertemente inclinadas (20-30°) en su porción centro, oeste y norte de la cuenca, presentando un relieve que claramente indica pendientes muy abruptas en más del 70% de la cuenca.

6.3.2 Disección vertical

En cuanto a la disección vertical¹ en la cuenca, se tiene que presenta el mismo comportamiento arriba mencionado en la porción más al Este de la Cuenca presenta disecciones que presenta lomeríos y colinas ligeramente diseccionadas 40-60 m/km² a lomeríos y colinas fuertemente diseccionadas 80-100 m/km², representando aproximadamente un 20% de la cuenca y en su porción centro, norte y oeste de la Cuenca con una disección vertical de lomeríos y colinas medianamente diseccionadas 60-80 m/km² con una superficie aproximada del 30% de la cuenca y la presencia de montañas medianamente diseccionadas 250-500 m/km² supone una superficie del 50 % de la cuenca, representando la parte mas diseccionada verticalmente al 80% de la cuenca.

6.4.- Clima

6.4.1. Precipitación y temperatura.

Los datos de la distribución de la precipitación media mensual y de la temperatura media mensual se obtuvieron de las casetas meteorológicas ubicadas en las cabeceras municipales de Atenguillo y Mascota, Jalisco; en la figura No.2 se presentan los diagramas ombrotérmicos de la citada región.

¹ Diferencia en metros de altura del relieve por unidad de superficie, en este caso de metros de altura por kilómetro cuadrado de superficie. La cobertura cartográfica de Ángulo de la pendiente y Disección Vertical son fuente INE escala 1:250,000.

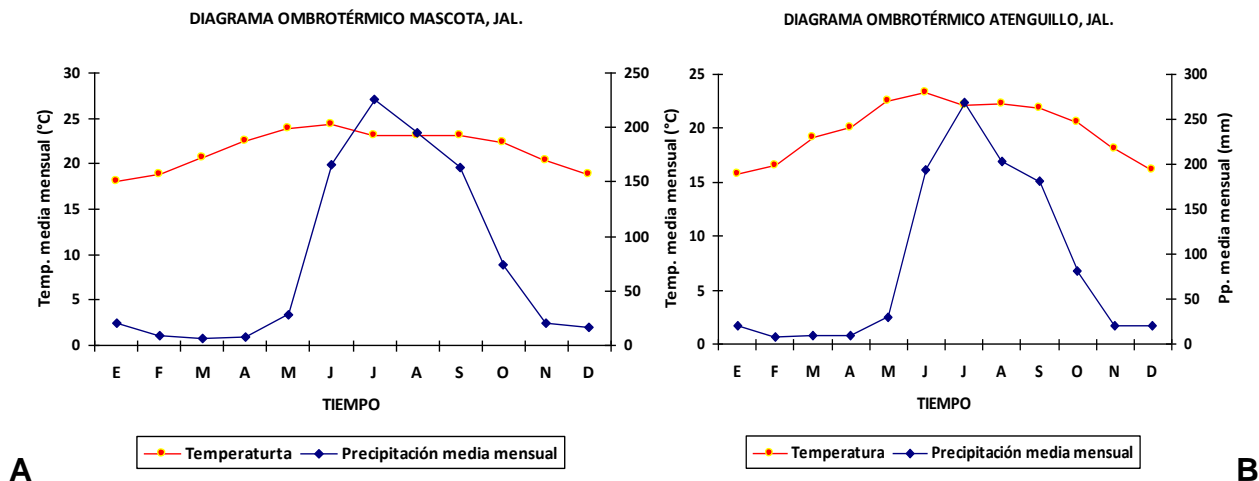


Figura 3. Diagramas ombrotérmicos de Mascota y Atenguillo, Jalisco (A y B respectivamente).

6.4.2. Tipos climáticos.

Según la clasificación de Köppen y con base a la carta de climas editada por la Secretaría de Programación y Presupuesto en 1981, con datos del Servicio Meteorológico Nacional, los tipos de clima de la zona estudiada localizada en la región Sierra Occidental de Jalisco son:

- **(A)C(w₂)(w).** Semicálido, el más cálido de los templados con temperatura media anual $>18^{\circ}\text{C}$ y la del mes más frío $<18^{\circ}\text{C}$ con lluvias en Verano, cociente $P/T > 55.0$, porcentaje de lluvia invernal < 5 de la anual.
- **C(w₂)(w).** Templado, temperatura media anual entre 12 y 18°C y la del mes más frío entre -3 y 18°C , el más húmedo de los templados subhúmedos, con lluvias en Verano, cociente $P/T > 55.0$, porcentaje de lluvia invernal < 5 de la anual.

6.5. Geología

Utilizando la carta de geología del Anexo Cartográfico de la síntesis Geográfica del Estado de Jalisco (SPP, 1981) se encontró que en la Región Sierra Occidental se presentan varios tipos de roca madre y específicamente dentro de la cuenca, se puede localizar roca madre de la forma **T (lge)**, la cual corresponde a rocas ígneas extrusivas, riolita, basalto andesita y brecha volcánica, que se formaron en el período terciario de la era cenozoica.

6.6. Tipos de suelo.

Los principales suelos de la región de acuerdo a la clasificación de FAO-UNESCO (SPP, 1981) se describen en la figura 4 y se mencionan a continuación:

- *Regosol dístrico y regosol eútrico*: Presentan textura gruesa y media respectivamente y se caracterizan por ser suelos de origen residual, formados por material suelto que no sea aluvial reciente, sin capas distintas, frecuentemente somero, pedregoso y muy pobre en nutrientes.
- *Cambisol húmico y andosol húmico*: Ambos de textura media.
- *Regosol dístrico*: Aparece sin fase química y textura media. Se caracteriza por no tener otros horizontes ó ningún otro que un horizonte A ócrico, connotativo de una capa de material suelto que se encuentra sobre la corteza terrestre. La textura media; en la mayor parte de la región Franco-Arcillo-Limosa, a excepción de algunos lugares donde es considerable el material gravoso.

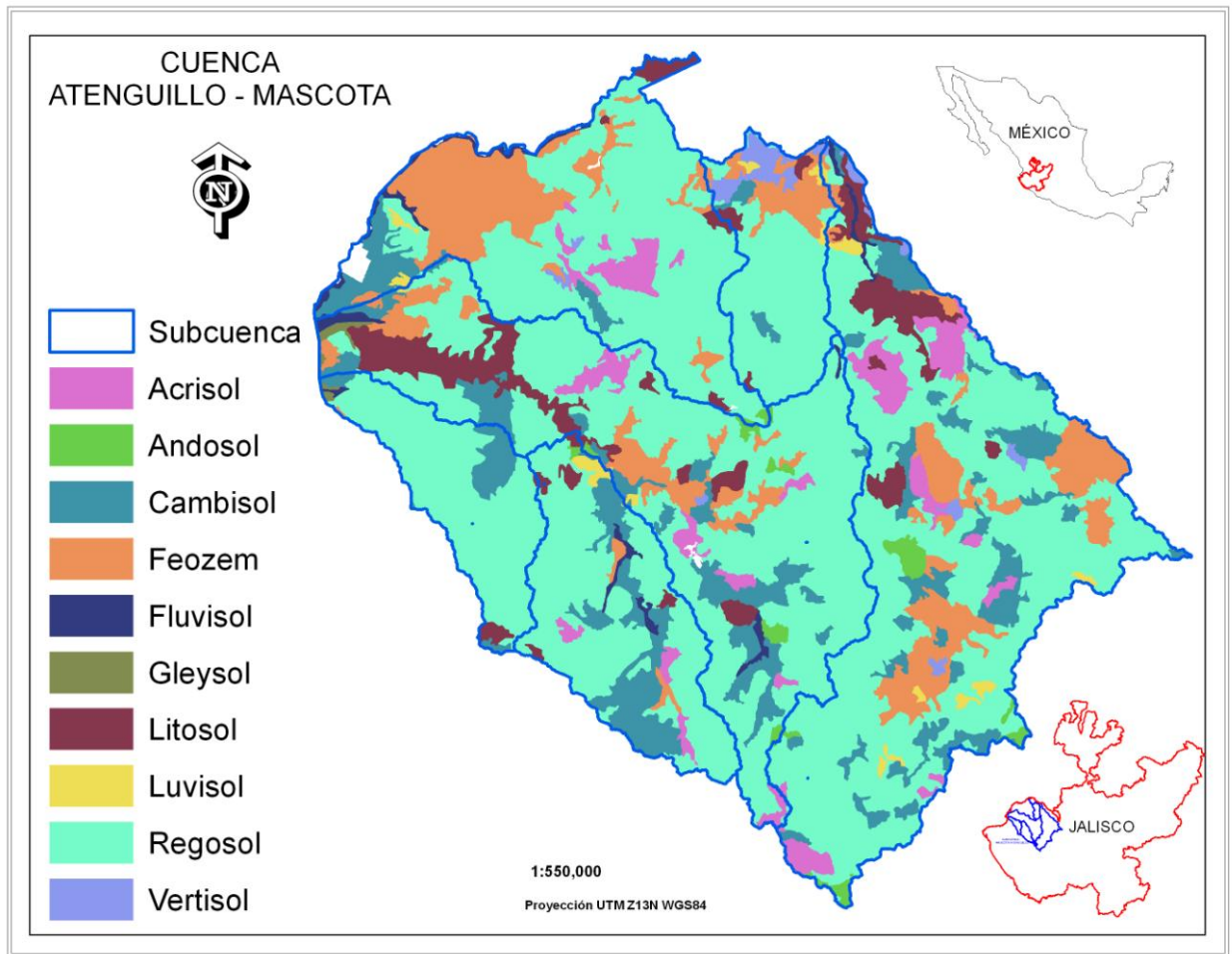


Figura 4. Tipos de suelo de la Cuenca Hidrológica de Atenguillo-Mascota, Jalisco.

6.7. Hidrología

La zona de estudio se encuentra en la Cuenca hidrológica Atenguillo-Mascota, Subcuencas Atenguillo y Mascota que pertenecen a la Región Hidrológica 14 RIO AMECA.

6.8. Altitud

Las altitudes encontradas en el área presentan un rango de 2,550 m de desnivel entre el punto de máxima elevación que es de 2,650 msnm y el punto más bajo que corresponde a los 100 msnm.

6.9. Tipos de vegetación.

El área de estudio pertenece a la provincia Sierra Madre del Sur, la cual presenta varios tipos de vegetación. Estos van desde el manglar hasta bosque de pino. Para los alcances de este trabajo son mencionados aquellos que fueron inventariados en el muestreo estratégico y se detallan a continuación:

6.9.1. Bosque de oyamel- pino - encino y Bosque de oyamel – encino - pino.

Se localiza en las partes húmedas y protegidas del terreno y en barrancas y márgenes de los arroyos. Lo constituyen las especies de *Abies flinckii* (Rushforth, 1989), aunque es posible que también encontremos *Abies religiosa var emarginata*. El género *Abies* se encuentra asociado a *Pinus pseudostrobus* y *P. douglasiana* en segundo término y las especies de encino *Quercus acutifolia*, *Q. candicans*, *Q. excelsa*, *Q. scytophylla* (*encino prieto*), *Alnus sp.*, *Arbutus* y *Ficus sp.*

6.9.2. Bosque de pino.

Está constituido principalmente por *Pinus pseudostrobus*, *P. douglasiana*, *P. devoniana* y *P. herrerae* en las partes altas de la cuenca.

6.9.3. Bosque de pino - encino.

Ocupa la mayor parte arbolada de los predios y está constituido principalmente por: *P. douglasiana* y *Pinus pseudostrobus*, en la parte alta, asociado a *Quercus acutifolia* (encino de asta), *Quercus candicans* (encino de asta), *Q. crassifolia* (encino colorado), *Q. crassipes* (encino chilillo), *Quercus excelsa* (encino borneo), *Q. laurina* (encino colorado), *Q. peduncularis* (encino nezcahuite) y *Q. rugosa* (encino de asta).

En la parte media se constituye principalmente por *Pinus herrerae*, *P. douglasiana* y *P. devoniana* asociado a *Quercus crassifolia*, *Q. Excelsa*, *Q. crassipes*, *Q. laurina*, *Q. peduncularis*, *Q. rugosa*, *Q. castanea* (Encino colorado), *Q. conspersa* (encino teposcahuite) y *Q. obtusata* (encino roble).

En la parte baja y laderas más secas está constituido principalmente por *Pinus oocarpa*, *P. lumholtzii*, *P. devoniana*, asociados a *Quercus coccolobifolia* (roble), *Q. Magnolifolia* (encino roble) y *Q. Resinosa* (roble).

6.9.4. Bosque de encino.

En las partes bajas y soleadas se encuentra constituido por *Quercus magnolifolia* y *Q. resinosa*, mientras que en las partes altas y húmedas ó en las barrancas protegidas se haya constituido por *Quercus candicans*, *Q. crassifolia*, *Q. excelsa*, *Q. laurina* y *Q. peduncularis*.

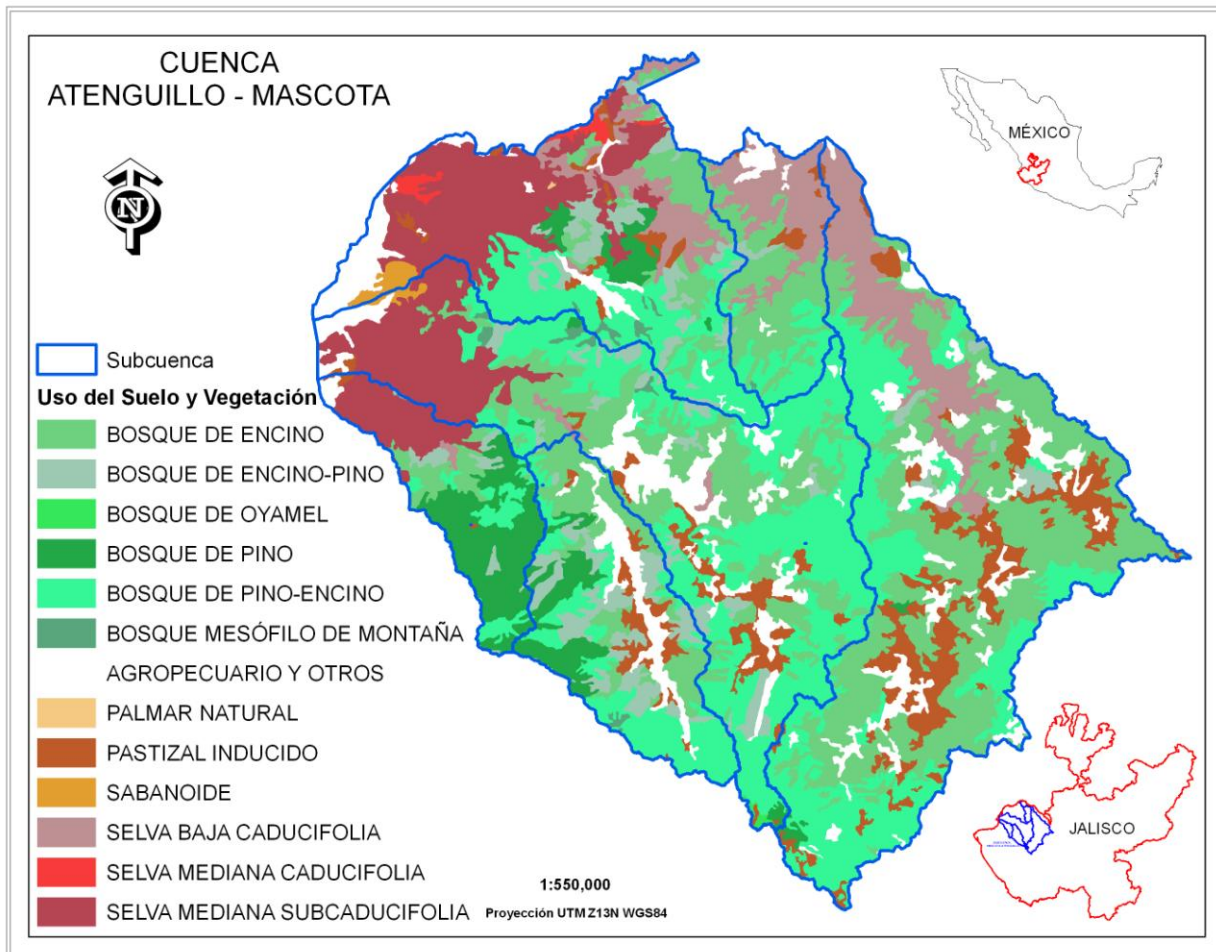


Figura 5. Tipos de vegetación de la Cuenca Hidrológica de Atenguillo-Mascota, Jalisco.

De la figura 5 se desprende el siguiente análisis: En cuanto a la superficie que cubre la vegetación en la cuenca, la presencia mayoritaria es de Bosque de Pino-Encino con 26% y Bosque de Encino en la misma proporción, sumando éstas dos comunidades el 52% de la superficie de la cuenca; correspondiendo de manera general con las pendientes más abruptas, las altitudes mas elevadas y la disección vertical mas escarpada.

La siguiente comunidad en orden de cobertura de superficie es la Selva Mediana Subcaducifolia con 11%, ubicada en la parte noroeste en la porción de montaña

cercana al litoral, donde las pendientes van de ligeras a suaves, la disección vertical de lomeríos a llanuras y la altitud disminuye hacia la línea de la costa.

La superficie destinada a la agricultura representa el 9% de la superficie de la cuenca y se distribuye en las partes medias de captación de agua de las subcuencas que conforman la cuenca y que corresponden con las partes menos disecionadas con lomeríos y colinas ligeras, pendientes menos abruptas y de altitudes medias de 1,200 a 1,500 msnm.

La presencia de la Selva Baja Caducifolia es únicamente al norte de la cuenca la que observa una importante disección vertical de montañas con 7% de superficie respecto del total de la cuenca y el pastizal inducido distribuido junto al área agrícola en terrenos con pendientes suaves, muestra una disección de colinas ligeras y representa un 7% de la superficie de la cuenca.

El Bosque de Encino-Pino y el Bosque de Pino con 5% de la superficie de la cuenca cada uno, se distribuyen de forma cercana a los parteaguas de las zonas más escarpadas (centro, norte y oeste de la cuenca y alrededores a las comunidades de bosque más abundantes) y, por último, se encuentran la Selva Mediana Caducifolia, el Bosque de Oyamel y Palmar con una escasa presencia del orden del 1 %.

Cabe señalar que la presencia de Bosque de Oyamel aparece distribuida en dos pequeñas porciones una, la mayor, pegada al parte aguas centro-noroeste y otra menor al sur-oeste del parte aguas de la cuenca correspondiendo ambas a disección fuerte de montañas y pendientes medianamente inclinadas.

6.10. Uso de suelo

El principal uso de suelo es el aprovechamiento forestal maderable de tipo industrial y comercial, donde las especies más utilizadas y promovidas por su porte y la calidad de su madera son las coníferas y entre ellas, destacan el *Pinus douglasiana* y el *P.*

oocarpa, además de aprovechamientos no maderables del *Agave* spp en la producción de mezcal conocido como raicilla. El uso pecuario es de ganado para carne y la producción agrícola es incipiente y para consumo doméstico (SPP, 1981).

6.11. Área de influencia de las guías.

En la región de la cuenca Atenguillo-Mascota, Jalisco, existe una predominancia de algunas especies de pino en los bosques mezclados de coníferas, relacionada al número de individuos por unidad de superficie o bien a su distribución espacial en la totalidad del territorio citado, entre las cuales sobresalen el *Pinus douglasiana* y *P. oocarpa*; por lo tanto, el ámbito de influencia de las presentes guías de densidad será la región señalada como Cuenca Atenguillo-Mascota, Jalisco.

6.12. Descripción de las especies.

A continuación se presenta una breve descripción de las dos especies propuestas en este estudio. Para ambos casos se utilizó como referencia la descripción que hacen Rueda *et al.*, (2006) en su estudio sobre el potencial productivo de once especies de pino en Jalisco.

6.12.1. *Pinus douglasiana* Martínez

Nombre común: Pino avellano, pino hayarín (CONAFOR, 2008).

Especie confinada a las zonas subtropicales y templado-cálidas del oeste y centro de México. En la Sierra Madre Occidental, prolonga su distribución por la vertiente del océano Pacífico a través de la Sierra Madre del Sur y Sierra Madre de Chiapas. La mayor abundancia ocurre en el estado de Jalisco, Michoacán y Oaxaca, en los cuales

llega a conformar masas puras; sin embargo, es más común verlo asociado con otras especies.

Árbol con fuste de 20 a 35 m de altura y de 30 a 75 cm de diámetro normal. Copa redondeada y densa, con ramas bajas horizontales y las superiores poco ascendentes, corteza densa y piramidal, rojiza y escamosa dividida en placas irregulares (Rueda *et al.*, 2006). Las ramas son extendidas y las ramillas se descaman fácilmente. Las acículas se presentan en grupos de 5, triangulares, de 25 a 33 cm de largo, con bordes finamente aserrados, de color verde claro, algo amarillento, brillante, con tinte glauco en las caras interiores, con tres canales resiníferos en posición media. Vainas persistentes de 2 a 3 cm, escamosas abajo y anilladas arriba, de color castaño rojizo al principio y oscuro después. Yemas cónicas y de color anaranjado rojizo. Conos largamente ovoides, algo asimétricos, reflejados, ligeramente encorvados, atenuados hacia el ápice, de color moreno rojizo, opacos, caedizos, de 7.5 a 10.5 cm de largo. Se presentan en grupos de 3 a 5 sobre pedúnculos de unos 12 mm, son oblicuos y se quedan adheridos al cono cuando este cae. La semilla es de color café oscuro, casi ovoide, de 4 a 5 mm de longitud, con ala de 25 mm de largo y 8 mm de ancho.

Esta especie se puede encontrar conformando masas puras o asociada con *Pinus lumholtzii*, *P. leiophylla*, *P. oocarpa*, *P. tenuifolia*, *P. lawsoni*, *P. pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. devoniana*, *P. herrerae*, *P. oaxacana*, además de *Baccharis conferta*, algunas especies de *Arbutus* y con varias especies de *Quercus*.

6.12.2. *Pinus oocarpa* Schiede

Nombre común: Pino chino, ocote chino, ocote macho, pino amarillo, pino avellano.

Localizada sobre la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur de Oaxaca, prolongándose por las partes bajas de Chiapas hasta los países centroamericanos. Se le ha reportado en los estados de Jalisco, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora y Zacatecas.

Árbol con fuste de 12-25 m de altura y de 40 a 75 cm de diámetro normal (CONAFOR, 2008). La copa generalmente es redonda y compacta, con ramillas café, ásperas al principio y posteriormente se presentan escamosas, con la base de las brácteas caedizas en la mayoría, la corteza es agrietada de color oscuro o grisácea, con placas delgadas y largas, casi rectangulares. Ramas ascendentes cuando jóvenes y horizontales al ser adultos. Las hojas en grupos de 5, excepcionalmente de 3 a 4, midiendo comúnmente de 17 a 30 cm de longitud, aglomeradas, muy triangulares, de color verde claro, brillantes, tiesas y ásperas, en número variable de 5 a 8. Conos ovoides u ovoides cónicos, poco atenuados, a veces casi globulosos, fuertes y pesados, algo reflejados y ocasionalmente algo oblicuos, colgantes, de 5 a 8 cm de largo.

Esta especie llega a conformar masas puras de varias decenas de km², en lomeríos, laderas y cañadas en las orillas montañosas, frente al Océano Pacífico, pero siempre en clima subtropical. Generalmente se le encuentra asociado con *Pinus leiophylla*, *P. lawsonii*, *P. pringlei*, *P. devoniana* var. *cornuta*, *P. montezumae* y *P. chiapensis*. También se asocia con *Liquidambar* spp., *Pinus tenuifolia* y numerosos *Quercus* spp.

7. METODOLOGÍA

La base de datos utilizada en el presente trabajo fue elaborada por la Consultoría Ambiental “Mascota”, SC y se hizo de acuerdo a lo que propone el SISTEMA DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO SILVÍCOLA (SICODESI). Para efectos de esta tesis, se consideraron los datos obtenidos con el inventario estratégico el cual se describe a continuación:

7.1. Inventario estratégico

La finalidad de éste tipo de inventario es para la determinación de los parámetros de los modelos dasométricos, el cálculo de la potencialidad de aprovechamientos y para la simulación del desarrollo del arbolado a largo plazo. En el mismo, se utilizaron como unidades de muestreo la suma de dos parcelas circulares de 300 m² cada una, en donde se registraron los datos del arbolado con diámetro normal mayor de 20 cm; en parcelas concéntricas de 100 m², se midieron todos los individuos arbóreos con diámetro igual ó mayor a 7 cm. Por lo que el tamaño de la parcela ó unidad muestral fue de 600 m².

Se describe de manera esquemática en la figura 6, la forma y tamaño de las parcelas de muestreo:

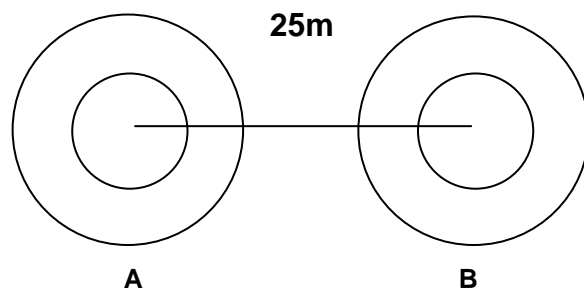


Figura 6. Forma y tamaño de las parcelas de muestreo utilizadas en el inventario estratégico de la Región Atenguillo-Mascota, Jalisco, donde el círculo exterior es de 300 m² y el círculo interior es de 100 m² (Tomado de Fajardo *et al.*, 2001).

Dentro de las parcelas circulares se midieron los árboles de todas las especies maderables de los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Abies* y *Alnus*, además de otras hojosas. A pesar de que en la base se registran diversos parámetros dendrométricos de los árboles contabilizados, para este trabajo se utilizaron únicamente datos de número de árboles de cada especie ó grupo de especies y su diámetro normal correspondiente.

7.2. Diseño de muestreo.

El sistema de muestreo que se utiliza en este tipo de inventario es el muestreo sistemático con una distancia entre sitios de 250 m y distancia entre líneas de 1000 m.

7.3. Tamaño de muestra.

La base de datos comprende un total de 534 sitios de muestreo, de los cuales, se seleccionaron aquellos sitios donde las especies *Pinus douglasiana* y *P. oocarpa* presentan la mayor proporción dentro de cada sitio respecto a las demás especies del género *Pinus*; esta selección produjo una muestra de 63 sitios para *Pinus douglasiana* y 42 sitios para *P. oocarpa*.

Estas muestras fueron todavía mas depuradas, tomando como base que el método de selección de sitios para el cálculo del IDR es selectivo, entonces, a partir de la gráfica $\ln(N) \sim \ln(Dq)$, se eliminaron sitios de forma de aumentar la R^2 y/o la pendiente al valor teórico (-1.66), quedando finalmente para *Pinus douglasiana* 26 sitios y para *P. oocarpa* sólo 21 sitios.

7.4. Fundamento del método.

Según Reineke (1933), hay una relación directa entre el número de árboles por unidad de superficie (N) y el diámetro cuadrático promedio (Dq) para aquellos rodales de densidad máxima, cuyas condicionantes básicas son que sean rodales puros y coetáneos (Torres y Velázquez, 2000).

Como se desprende de las tablas de datos, el bosque de la región es de una composición de géneros, como son: *Pinus*, *Quercus*, *Abies* y otras latifoliadas mezcladas en diferentes proporciones; de hecho de los 534 sitios de la muestra solo unos cuantos de ellos pueden considerarse como puros, es decir, el porcentaje de la especie en el sitio es mayor a 85%. Si trasladamos ahora el concepto de coetaneidad de los rodales, esto es más difícil de cumplir debido al método silvícola con que se realizan los aprovechamientos en la zona.

Por tanto, considerar la aplicación directa del modelo propuesto por Reineke dado por la ecuación (1), es entrar en contradicciones desde el inicio, ya que no se cumplen para estos bosques las dos condicionantes básicas del modelo, que son pureza y coetaneidad. Bajo este principio, se decidió utilizar el de Densidad (IDR) de Reineke

(1933) generalizado por Puettman (1992, citado por Torres y Velásquez, 2000), que considera al menos la mezcla de especies. Ellos proponen que el índice de Densidad Relativa para rodales mezclados a semejanza del (IDR) de Reineke es:

$$IDR_M = NEA \cdot [Dq_B / Dq]^\beta \quad (2)$$

Donde:

IDR_M = Índice de densidad de Reineke de la mezcla

Dq = Diámetro cuadrático base

NEA = Número estándar de árboles

Dq_B = Diámetro cuadrático de la especie base

β = Pendiente

En esta expresión el **NEA** indica el número equivalente de árboles en un rodal con respecto a una especie base, independientemente de las especies presentes o de la proporción de las mismas. Ello posibilita su uso como medida de tolerancia de las especies, crecimiento y rendimiento, o relaciones ecológicas y fisiológicas entre especies dentro de rodales mezclados o puros.

Como se desprende del modelo Ecuación (2), el problema radica en determinar el Diámetro Cuadrático Promedio Ponderado (**Dq_w**) y el **NEA**, por tanto si denotamos por PS1 la proporción en número de árboles de la especie base, PS2 la proporción en número de árboles del resto de coníferas en el sitio y PS3 la proporción en número de

árboles del género *Quercus* en el sitio, entonces las expresiones para estas variables están dadas por:

$$Dq_w = Dq_1 PS_1 + Dq_2 PS_2 + Dq_3 PS_3 \quad (3)$$

$$\ln(N) = \alpha + (\beta_1 PS_1 + \beta_2 PS_2 + \beta_3 PS_3) \ln(Dq_w) \quad (4)$$

Donde:

PS_i , $i=1,2,3$ son la proporción del grupo de especies consideradas.

Dq_i , $i=1,2,3$ son los diámetros cuadráticos del grupo de especies consideradas.

α = Intercepto

β_i , $i=1,2,3$ es la pendiente

Torres y Velázquez (2000), refieren que la distribución de tamaños (diámetros) de diferentes especies para una mezcla y tamaño promedio en particular, no tienen efecto alguno en definir la línea de máxima densidad. Esto significa que es posible tener dos rodales con la misma proporción de especies, el mismo número de árboles y el mismo diámetro cuadrático promedio, pero con diferente distribución de tamaños por especie. Tales diferencias no son consideradas explícitamente en el modelo y podrían ser de gran impacto en el grado de competencia presente en el rodal. Estas diferencias se podrían reducir al definir una ponderación sobre el diámetro cuadrático promedio estimado. El factor de ponderación puede ser la proporción de las especies, lo cual permite diferenciar diversas distribuciones. Si se consideran n especies, el cuadrado del diámetro cuadrático promedio (Dq^2) se puede expresar como:

$$Dq^2 = Dq_1^2 * PS_1 + Dq_2^2 * PS_2 + Dq_n^2 * PS_n$$

Donde **Dq_i** representa el diámetro cuadrático promedio para la *i-ésima* especie. Agregan que si la ponderación se aplica al cuadrado de Dq ésta no tiene efecto alguno. Por el contrario, si las ponderaciones se asocian al Dq , se le dará mayor peso a aquellas especies con mayor número de individuos y viceversa. Por ello, la expresión recomendada para calcular el Diámetro Cuadrático Promedio Ponderado (**Dqw**) es:

$$Dqw = Dq_1 PS_1 + Dq_2 PS_2 + + Dq_n PS_n$$

El parámetro poblacional **Dqw** permite diferenciar a aquellos rodales con la misma proporción de especies, el mismo número de individuos y el mismo Dq , pero diferente distribución de tamaños por especie.

Se utilizó el paquete estadístico S PLUS versión 6.1 de Windows para correr el modelo de Densidad del Rodal de Reineke generalizado, para obtener las funciones y encontrar el modelo que mejor se ajustara a la dispersión de los datos utilizados.

A partir de los datos de número de árboles por hectárea (**N**) y su diámetro cuadrático promedio (**Dq**) se obtuvieron los datos de área basal, necesarios para completar la tabla.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla No. 1 se presentan los datos de los 63 sitios seleccionados para *Pinus douglasiana* y los valores correspondientes de N (Número de árboles); Dqw (Diámetro cuadrático promedio); Proporciones de las especies (*Pinus douglasiana* (P8), otras coníferas (P14) y latifoliadas (P80)); LnN (Logaritmo natural de número de árboles); LnDqw (Logaritmo natural del diámetro cuadrático promedio ponderado) y los productos de las proporciones de las especies (especie base, otras coníferas y latifoliadas) por el LnDqw.

Tabla 1. Sitios seleccionados de la especie *Pinus douglasiana* MARTÍNEZ para la primera corrida.

N	Dqw	P8	P14	P80	Ln(N)	Ln(Dqw)	PS ₁ *Ln(Dqw)	PS ₂ *Ln(Dqw)	PS ₃ *Ln(Dqw)
1034	24.46616	0.74178	0.06480	0.19342	6.94119	3.19729	2.37168	0.20717	0.61843
1000	18.38725	0.30000	0.56700	0.13300	6.90776	2.91166	0.87350	1.65091	0.38725
966	25.24815	0.65528	0.10352	0.24120	6.87316	3.22875	2.11574	0.33424	0.77878
934	21.48930	0.57066	0.00107	0.42827	6.83948	3.06756	1.75054	0.00328	1.31373
933	11.86241	0.53591	0.21436	0.24973	6.83841	2.47337	1.32550	0.53020	0.61768
900	19.45757	0.29667	0.03667	0.66667	6.80239	2.96824	0.88058	0.10884	1.97882
900	22.58106	0.37000	0.11111	0.51889	6.80239	3.11711	1.15333	0.34635	1.61743
900	28.39052	0.25889	0.51889	0.22222	6.80239	3.34606	0.86626	1.73623	0.74357
867	20.53391	0.42330	0.19262	0.38408	6.76504	3.02208	1.27924	0.58211	1.16073
833	17.20113	0.60024	0.12005	0.27971	6.72503	2.84497	1.70767	0.34153	0.79577
833	18.97663	0.36014	0.15966	0.48019	6.72503	2.94321	1.05998	0.46992	1.41331
800	30.53178	0.29125	0.37500	0.33375	6.68461	3.41877	0.99572	1.28204	1.14101
768	25.68819	0.78125	0.00130	0.21745	6.64379	3.24603	2.53596	0.00423	0.70584
768	15.17818	0.65104	0.00130	0.34766	6.64379	2.71986	1.77074	0.00354	0.94558
767	17.00042	0.56454	0.08735	0.34811	6.64249	2.83324	1.59947	0.24749	0.98628
735	21.23746	0.63537	0.36327	0.00136	6.59987	3.05577	1.94155	1.11005	0.00416
734	24.39067	0.77248	0.09128	0.13624	6.59851	3.19420	2.46745	0.29157	0.43518
700	25.82741	0.61857	0.14286	0.23857	6.55108	3.25144	2.01125	0.46449	0.77570
700	22.79697	0.57143	0.19000	0.23857	6.55108	3.12663	1.78664	0.59406	0.74592
667	27.35201	0.70015	0.04948	0.25037	6.50279	3.30879	2.31665	0.16370	0.82844
667	15.74565	0.59970	0.10045	0.29985	6.50279	2.75656	1.65311	0.27690	0.82656
667	22.82510	0.44978	0.10045	0.44978	6.50279	3.12786	1.40683	0.31419	1.40683

Continuación **Tabla 1...**

667	23.64195	0.29985	0.14993	0.55022	6.50279	3.16302	0.94843	0.47422	1.74037
666	27.20243	0.34985	0.34985	0.30030	6.50129	3.30331	1.15566	1.15566	0.99198
666	19.79725	0.30030	0.34985	0.34985	6.50129	2.98554	0.89656	1.04449	1.04449
634	28.15043	0.31546	0.10568	0.57886	6.45205	3.33756	1.05286	0.35271	1.93200
633	21.60536	0.36809	0.15798	0.47393	6.45047	3.07294	1.13111	0.48546	1.45637
633	27.27098	0.31596	0.36809	0.31596	6.45047	3.30582	1.04449	1.21684	1.04449
600	24.39355	0.77833	0.05500	0.16667	6.39693	3.19432	2.48624	0.17569	0.53239
600	20.61292	0.33333	0.27833	0.38833	6.39693	3.02592	1.00864	0.84221	1.17506
600	23.12000	0.33333	0.33333	0.33333	6.39693	3.14070	1.04690	1.04690	1.04690
599	20.42609	0.55593	0.05509	0.38898	6.39526	3.01681	1.67713	0.16620	1.17348
568	33.09667	0.88028	0.00176	0.11796	6.34212	3.49943	3.08049	0.00616	0.41279
568	27.51033	0.70423	0.00176	0.29401	6.34212	3.31456	2.33420	0.00584	0.97453
567	23.46656	0.47090	0.05820	0.47090	6.34036	3.15558	1.48596	0.18366	1.48596
566	26.83602	0.58834	0.05830	0.35336	6.33859	3.28975	1.93549	0.19180	1.16245
566	28.09237	0.41166	0.35336	0.23498	6.33859	3.33550	1.37309	1.17862	0.78378
534	21.32852	0.68727	0.18727	0.12547	6.28040	3.06005	2.10306	0.57304	0.38394
533	32.11632	0.56285	0.06191	0.37523	6.27852	3.46936	1.95274	0.21480	1.30183
533	20.07762	0.62477	0.24953	0.12570	6.27852	2.99961	1.87405	0.74849	0.37706
533	28.64402	0.56285	0.24953	0.18762	6.27852	3.35494	1.88834	0.83716	0.62945
501	37.92547	0.86427	0.00200	0.13373	6.21661	3.63562	3.14217	0.00726	0.48620
501	23.91018	0.59880	0.00200	0.39920	6.21661	3.17430	1.90078	0.00634	1.26719
501	34.77445	0.59880	0.00200	0.39920	6.21661	3.54888	2.12508	0.00708	1.41672
501	35.94010	0.53293	0.33333	0.13373	6.21661	3.58185	1.90889	1.19395	0.47901
500	27.91318	0.40000	0.33400	0.26600	6.21461	3.32910	1.33164	1.11192	0.88554
499	27.89784	0.46693	0.06613	0.46693	6.21261	3.32855	1.55421	0.22012	1.55421
467	30.58343	0.92719	0.00214	0.07066	6.14633	3.42046	3.17143	0.00732	0.24170
467	19.98756	0.71306	0.00214	0.28480	6.14633	2.99511	2.13570	0.00641	0.85300
467	27.47985	0.64240	0.14347	0.21413	6.14633	3.31345	2.12856	0.47538	0.70952
467	26.93409	0.42827	0.35760	0.21413	6.14633	3.29339	1.41045	1.17772	0.70522
466	37.22283	0.71459	0.07082	0.21459	6.14419	3.61692	2.58462	0.25613	0.77616
466	30.58481	0.64378	0.07082	0.28541	6.14419	3.42050	2.20204	0.24222	0.97624
466	23.70019	0.42918	0.50000	0.07082	6.14419	3.16548	1.35858	1.58274	0.22417
434	25.36373	0.69124	0.00230	0.30645	6.07304	3.23332	2.23501	0.00745	0.99086
434	49.41074	0.69124	0.15438	0.15438	6.07304	3.90017	2.69597	0.60210	0.60210
434	21.22982	0.46083	0.15438	0.38479	6.07304	3.05541	1.40802	0.47169	1.17570
433	27.28781	0.76905	0.07621	0.15473	6.07074	3.30644	2.54283	0.25199	0.51162
433	18.01118	0.46189	0.23095	0.30716	6.07074	2.89099	1.33533	0.66767	0.88800
400	32.72663	0.75000	0.08250	0.16750	5.99146	3.48819	2.61614	0.28778	0.58427
399	17.85393	0.58396	0.08271	0.33333	5.98896	2.88222	1.68310	0.23838	0.96074
368	16.88334	0.81522	0.00272	0.18207	5.90808	2.82633	2.30407	0.00768	0.51458
333	29.59459	0.60060	0.09910	0.30030	5.80814	3.38759	2.03459	0.33571	1.01729

En la Tabla No. 2 se presentan los datos de los 42 sitios seleccionados para *Pinus oocarpa* y los valores correspondientes de N (Número de árboles); Dqw (Diámetro cuadrático promedio); Proporciones de las especies (*Pinus oocarpa* (P26), otras coníferas (P14) y latifoliadas (P80)); LnN (Logaritmo natural de número de árboles); LnDqw (Logaritmo natural del Diámetro cuadrático promedio ponderado) y los productos de las proporciones de las especies (especie base, otras coníferas y latifoliadas) por el LnDqw .

Tabla 2. Sitios seleccionados de la especie *Pinus oocarpa* SCHIEDE, para la primera corrida.

N	Dqw	Ln(N)	Ln(Dqw)	P14	P26	P80	PS ₁ *Ln(Dqw)	PS ₂ *Ln(Dqw)	PS ₃ *Ln(Dqw)
467	24.75976	6.14633	3.20922	0.00107	0.78480	0.21413	2.51858	0.00344	0.68720
251	29.64542	5.52545	3.38931	0.00199	0.99602	0.00199	3.37580	0.00675	0.00675
351	30.78745	5.85936	3.42711	0.00143	0.71327	0.28531	2.44444	0.00489	0.97778
351	16.96719	5.85936	2.83128	0.00143	0.57061	0.42796	1.61557	0.00404	1.21168
268	20.16671	5.58912	3.00403	0.00187	0.68598	0.31215	2.06071	0.00562	0.93771
301	24.95118	5.70545	3.21692	0.00166	0.55408	0.44426	1.78242	0.00535	1.42915
300	21.34895	5.70378	3.06100	0.05500	0.61167	0.33333	1.87231	0.16836	1.02033
283	24.35477	5.64545	3.19273	0.05830	0.58834	0.35336	1.87841	0.18615	1.12817
300	21.07980	5.70211	3.04832	0.05509	0.55593	0.38898	1.69464	0.16794	1.18574
367	26.36102	5.90400	3.27189	0.04502	0.45430	0.50068	1.48641	0.14730	1.63818
200	22.92085	5.29832	3.13205	0.08250	0.75000	0.16750	2.34904	0.25839	0.52462
250	25.96170	5.52146	3.25662	0.06600	0.53400	0.40000	1.73904	0.21494	1.30265
200	28.49992	5.29581	3.34990	0.08271	0.58396	0.33333	1.95621	0.27706	1.11663
217	23.08233	5.37759	3.13907	0.07621	0.53811	0.38568	1.68915	0.23924	1.21068
233	20.90258	5.45104	3.03987	0.07082	0.50000	0.42918	1.51994	0.21527	1.30467
133	29.19549	4.89035	3.37401	0.12406	0.75188	0.12406	2.53685	0.41858	0.41858
133	24.99248	4.89035	3.21858	0.12406	0.75188	0.12406	2.41998	0.39930	0.39930
133	35.40977	4.89035	3.56699	0.12406	0.75188	0.12406	2.68195	0.44252	0.44252
234	34.69251	5.45318	3.54652	0.14347	0.71306	0.14347	2.52889	0.50882	0.50882
500	14.22978	6.21461	2.65534	0.06700	0.33300	0.60000	0.88423	0.17791	1.59320
284	20.78185	5.64721	3.03408	0.11817	0.52910	0.35273	1.60533	0.35852	1.07022
201	25.40638	5.30081	3.23500	0.16708	0.66584	0.16708	2.15398	0.54051	0.54051
217	40.28991	5.37990	3.69610	0.15438	0.61521	0.23041	2.27387	0.57060	0.85164
301	26.78805	5.70545	3.28796	0.11148	0.44426	0.44426	1.46071	0.36654	1.46071

Continuación **Tabla 2...**

317	26.77407	5.75890	3.28743	0.10568	0.31546	0.57886	1.03705	0.34741	1.90298
-----	----------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

250	17.97152	5.52146	2.88879	0.20000	0.66600	0.13400	1.92393	0.57776	0.38710
567	28.42169	6.33948	3.34715	0.08826	0.26478	0.64695	0.88627	0.29542	2.16546
217	20.68394	5.37990	3.02936	0.23041	0.61521	0.15438	1.86368	0.69801	0.46767
200	29.98150	5.29832	3.40058	0.25000	0.58250	0.16750	1.98084	0.85015	0.56960
334	24.66816	5.80964	3.20551	0.25037	0.49925	0.25037	1.60035	0.80258	0.80258
301	26.01116	5.70545	3.25853	0.27787	0.44426	0.27787	1.44763	0.90545	0.90545
450	23.20000	6.10925	3.14415	0.22222	0.33333	0.44444	1.04805	0.69870	1.39740
400	23.45573	5.99146	3.15511	0.25000	0.33375	0.41625	1.05302	0.78878	1.31332
233	23.70019	5.45104	3.16548	0.42918	0.50000	0.07082	1.58274	1.35858	0.22417
317	27.27098	5.75732	3.30582	0.31596	0.36809	0.31596	1.21684	1.04449	1.04449
333	19.79725	5.80814	2.98554	0.30030	0.34985	0.34985	1.04449	0.89656	1.04449
350	33.36707	5.85793	3.50757	0.33286	0.52429	0.14286	1.83897	1.16752	0.50108
333	27.20243	5.80814	3.30331	0.34985	0.34985	0.30030	1.15566	1.15566	0.99198
367	30.32653	5.90400	3.41202	0.31787	0.27285	0.40928	0.93097	1.08459	1.39646
450	28.43778	6.10925	3.34772	0.33333	0.44444	0.22222	1.48787	1.11591	0.74394
500	18.37726	6.21361	2.91111	0.33333	0.53353	0.13313	1.55318	0.97037	0.38757
467	11.86241	6.14526	2.47337	0.53591	0.21436	0.24973	0.53020	1.32550	0.61768

El modelo seleccionado para el presente trabajo fue el propuesto por Torres y Velázquez (2000), en el cual se incorpora la proporción de especies de forma individual, el modelo tiene los siguientes componentes:

$$\ln(N) \sim PS_1 + PS_2 + PS_3 + PS_1 \cdot \ln.Dqw. + PS_2 \cdot \ln.Dqw. + PS_3 \cdot \ln.Dqw.$$

Al correr dicho modelo con los datos registrados en las tablas 1 y 2, para ambas especies, se obtiene una singularidad con cualquier conjunto de datos, lo que indica una dependencia lineal entre columnas de la matriz de regresión, por lo que no es posible un modelo de este tipo.

Ante tal situación, se optó por reducir el ajuste al modelo sin proporciones directas como se presenta a continuación:

$$\ln(N) \sim PS_1 \cdot \ln(Dqw) + PS_2 \cdot \ln(Dqw) + PS_3 \cdot \ln(Dqw).$$

Utilizando otro modelo adicional se decidió formar dos grupos con las diversas especies maderables presentes en los sitios, tomando a las especies *Pinus douglasiana* y *P. oocarpa* como especies base o de referencia e incluyendo al resto de las especies de coníferas en el grupo de las especies de referencia y un segundo grupo con las especies del género *Quercus* y el resto de latifoliadas (Tablas 3 y 4).

Tabla 3. Sitios seleccionados de la especie *Pinus douglasiana*.

N	Dqw	Ppinos	P80	Ln(Dqw)	Ln(N)	PS1*Ln(Dqw)	PS2*Ln(Dqw)
1034	24.46616	0.80658	0.19342	3.19729	6.94119	2.57886	0.61843
1000	18.38725	0.86700	0.13300	2.91166	6.90776	2.52441	0.38725
966	25.24815	0.75880	0.24120	3.22875	6.87316	2.44997	0.77878
934	21.48930	0.57173	0.42827	3.06756	6.83948	1.75383	1.31373
933	11.86241	0.75027	0.24973	2.47337	6.83841	1.85569	0.61768
900	19.45757	0.33333	0.66667	2.96824	6.80239	0.98941	1.97882
900	22.58106	0.48111	0.51889	3.11711	6.80239	1.49968	1.61743
900	28.39052	0.77778	0.22222	3.34606	6.80239	2.60249	0.74357
867	20.53391	0.61592	0.38408	3.02208	6.76504	1.86135	1.16073
833	17.20113	0.72029	0.27971	2.84497	6.72503	2.04920	0.79577
833	18.97663	0.51981	0.48019	2.94321	6.72503	1.52990	1.41331
800	30.53178	0.66625	0.33375	3.41877	6.68461	2.27775	1.14101
768	25.68819	0.78255	0.21745	3.24603	6.64379	2.54019	0.70584
768	15.17818	0.65234	0.34766	2.71986	6.64379	1.77428	0.94558
767	17.00042	0.65189	0.34811	2.83324	6.64249	1.84696	0.98628
735	21.23746	0.99864	0.00136	3.05577	6.59987	3.05161	0.00416
734	24.39067	0.86376	0.13624	3.19420	6.59851	2.75902	0.43518
700	25.82741	0.76143	0.23857	3.25144	6.55108	2.47574	0.77570
700	22.79697	0.76143	0.23857	3.12663	6.55108	2.38070	0.74592
667	27.35201	0.74963	0.25037	3.30879	6.50279	2.48035	0.82844
667	15.74565	0.70015	0.29985	2.75656	6.50279	1.93001	0.82656
667	22.82510	0.55022	0.44978	3.12786	6.50279	1.72103	1.40683
667	23.64195	0.44978	0.55022	3.16302	6.50279	1.42265	1.74037
666	27.20243	0.69970	0.30030	3.30331	6.50129	2.31132	0.99198

666	19.79725	0.65015	0.34985	2.98554	6.50129	1.94105	1.04449
634	28.15043	0.42114	0.57886	3.33756	6.45205	1.40557	1.93200
633	21.60536	0.52607	0.47393	3.07294	6.45047	1.61657	1.45637
633	27.27098	0.68404	0.31596	3.30582	6.45047	2.26133	1.04449
600	24.39355	0.83333	0.16667	3.19432	6.39693	2.66193	0.53239
600	20.61292	0.61167	0.38833	3.02592	6.39693	1.85085	1.17506
600	23.12000	0.66667	0.33333	3.14070	6.39693	2.09380	1.04690
599	20.42609	0.61102	0.38898	3.01681	6.39526	1.84333	1.17348
568	33.09667	0.88204	0.11796	3.49943	6.34212	3.08665	0.41279
568	27.51033	0.70599	0.29401	3.31456	6.34212	2.34003	0.97453
567	23.46656	0.52910	0.47090	3.15558	6.34036	1.66962	1.48596
566	26.83602	0.64664	0.35336	3.28975	6.33859	2.12729	1.16245
566	28.09237	0.76502	0.23498	3.33550	6.33859	2.55171	0.78378
534	21.32852	0.87453	0.12547	3.06005	6.28040	2.67611	0.38394
533	32.11632	0.62477	0.37523	3.46936	6.27852	2.16754	1.30183
533	20.07762	0.87430	0.12570	2.99961	6.27852	2.62254	0.37706
533	28.64402	0.81238	0.18762	3.35494	6.27852	2.72550	0.62945
501	37.92547	0.86627	0.13373	3.63562	6.21661	3.14942	0.48620
501	23.91018	0.60080	0.39920	3.17430	6.21661	1.90712	1.26719
501	34.77445	0.60080	0.39920	3.54888	6.21661	2.13216	1.41672
501	35.94010	0.86627	0.13373	3.58185	6.21661	3.10284	0.47901
500	27.91318	0.73400	0.26600	3.32910	6.21461	2.44356	0.88554
499	27.89784	0.53307	0.46693	3.32855	6.21261	1.77434	1.55421
467	30.58343	0.92934	0.07066	3.42046	6.14633	3.17876	0.24170
467	19.98756	0.71520	0.28480	2.99511	6.14633	2.14211	0.85300
467	27.47985	0.78587	0.21413	3.31345	6.14633	2.60393	0.70952
467	26.93409	0.78587	0.21413	3.29339	6.14633	2.58817	0.70522
466	37.22283	0.78541	0.21459	3.61692	6.14419	2.84076	0.77616
466	30.58481	0.71459	0.28541	3.42050	6.14419	2.44427	0.97624
466	23.70019	0.92918	0.07082	3.16548	6.14419	2.94132	0.22417
434	25.36373	0.69355	0.30645	3.23332	6.07304	2.24246	0.99086
434	49.41074	0.84562	0.15438	3.90017	6.07304	3.29807	0.60210
434	21.22982	0.61521	0.38479	3.05541	6.07304	1.87971	1.17570
433	27.28781	0.84527	0.15473	3.30644	6.07074	2.79482	0.51162
433	18.01118	0.69284	0.30716	2.89099	6.07074	2.00300	0.88800
400	32.72663	0.83250	0.16750	3.48819	5.99146	2.90392	0.58427
399	17.85393	0.66667	0.33333	2.88222	5.98896	1.92148	0.96074
368	16.88334	0.81793	0.18207	2.82633	5.90808	2.31175	0.51458
333	29.59459	0.69970	0.30030	3.38759	5.80814	2.37030	1.01729

En la figura 7 se muestra la dispersión de los datos y la R^2 en la aplicación del modelo, así como el valor para b , en la especie *Pinus douglasiana*.

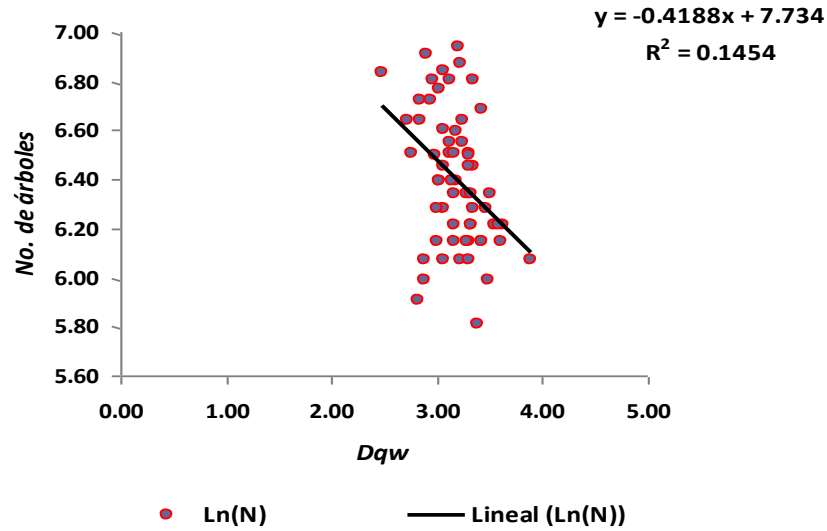


Figura 7. Dispersión de los 63 datos para *Pinus douglasiana*. Véase el valor para $R^2 = 0.145$ y para $b = -0.4188$, valores que indican la falta de ajuste del modelo seleccionado.

Tabla 4. Sitios seleccionados de la especie *Pinus oocarpa*.

N	Dqw	Ln(N)	Ln(Dqw)	Ppin	P80	PS1*Ln(Dqw)	PS2*Ln(Dqw)
467	24.75976	6.14633	3.20922	0.78587	0.21413	2.52202	0.68720
251	29.64542	5.52545	3.38931	0.99801	0.00199	3.38256	0.00675
351	30.78745	5.85936	3.42711	0.71469	0.28531	2.44933	0.97778
351	16.96719	5.85936	2.83128	0.57204	0.42796	1.61961	1.21168
268	20.16671	5.58912	3.00403	0.68785	0.31215	2.06633	0.93771
301	24.95118	5.70545	3.21692	0.55574	0.44426	1.78777	1.42915
300	21.34895	5.70378	3.06100	0.66667	0.33333	2.04067	1.02033
283	24.35477	5.64545	3.19273	0.64664	0.35336	2.06456	1.12817
300	21.07980	5.70211	3.04832	0.61102	0.38898	1.86258	1.18574
367	26.36102	5.90400	3.27189	0.49932	0.50068	1.63371	1.63818
200	22.92085	5.29832	3.13205	0.83250	0.16750	2.60743	0.52462
250	25.96170	5.52146	3.25662	0.60000	0.40000	1.95397	1.30265
200	28.49992	5.29581	3.34990	0.66667	0.33333	2.23327	1.11663
217	23.08233	5.37759	3.13907	0.61432	0.38568	1.92839	1.21068
233	20.90258	5.45104	3.03987	0.57082	0.42918	1.73521	1.30467
133	29.19549	4.89035	3.37401	0.87594	0.12406	2.95543	0.41858
133	24.99248	4.89035	3.21858	0.87594	0.12406	2.81928	0.39930
133	35.40977	4.89035	3.56699	0.87594	0.12406	3.12447	0.44252
234	34.69251	5.45318	3.54652	0.85653	0.14347	3.03771	0.50882
500	14.22978	6.21461	2.65534	0.40000	0.60000	1.06213	1.59320
284	20.78185	5.64721	3.03408	0.64727	0.35273	1.96386	1.07022
201	25.40638	5.30081	3.23500	0.83292	0.16708	2.69449	0.54051
217	40.28991	5.37990	3.69610	0.76959	0.23041	2.84446	0.85164
301	26.78805	5.70545	3.28796	0.55574	0.44426	1.82725	1.46071
317	26.77407	5.75890	3.28743	0.42114	0.57886	1.38446	1.90298
250	17.97152	5.52146	2.88879	0.86600	0.13400	2.50169	0.38710

567	28.42169	6.33948	3.34715	0.35305	0.64695	1.18170	2.16546
217	20.68394	5.37990	3.02936	0.84562	0.15438	2.56169	0.46767
200	29.98150	5.29832	3.40058	0.83250	0.16750	2.83098	0.56960
334	24.66816	5.80964	3.20551	0.74963	0.25037	2.40293	0.80258
301	26.01116	5.70545	3.25853	0.72213	0.27787	2.35308	0.90545
450	23.20000	6.10925	3.14415	0.55556	0.44444	1.74675	1.39740
400	23.45573	5.99146	3.15511	0.58375	0.41625	1.84180	1.31332
233	23.70019	5.45104	3.16548	0.92918	0.07082	2.94132	0.22417
317	27.27098	5.75732	3.30582	0.68404	0.31596	2.26133	1.04449
333	19.79725	5.80814	2.98554	0.65015	0.34985	1.94105	1.04449
350	33.36707	5.85793	3.50757	0.85714	0.14286	3.00649	0.50108
333	27.20243	5.80814	3.30331	0.69970	0.30030	2.31132	0.99198
367	30.32653	5.90400	3.41202	0.59072	0.40928	2.01556	1.39646
450	28.43778	6.10925	3.34772	0.77778	0.22222	2.60378	0.74394
500	18.37726	6.21361	2.91111	0.86687	0.13313	2.52355	0.38757
467	11.86241	6.14526	2.47337	0.75027	0.24973	1.85569	0.61768

En la figura 8 se muestra la dispersión de los datos y la R^2 de la aplicación del modelo, así como el valor para b , en la especie *Pinus oocarpa*.

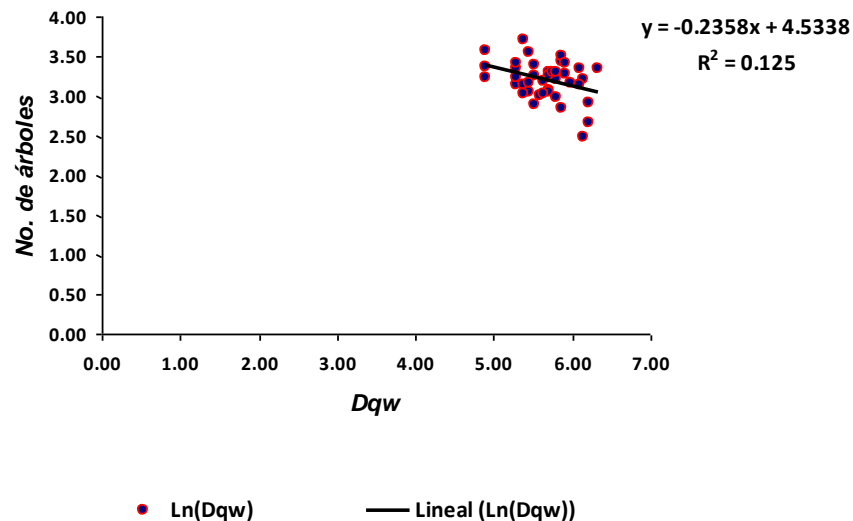


Figura 8. Dispersión de los 42 datos para la especie *Pinus oocarpa*. Véase el valor para $R^2 = 0.125$ y para $b = -0.2358$, valores que indican la falta de ajuste del modelo seleccionado.

En relación con las tablas 3 y 4, se presentan los resultados del modelo ajustado y considerando los valores de beta, dichos valores no se acercan al valor teórico de -1.66

reportado para este tipo de modelos; como máximo se espera que el valor sea de -0.4081 para rodales puros de *Pinus douglasiana* y menor para los rodales mezclados.

Para *Pinus oocarpa* el comportamiento de beta es enteramente semejante, ya que el máximo es -0.4712 para rodales puros.

Por otra parte el R^2 de *Pinus oocarpa* aumenta respecto al R^2 de *P. douglasiana*, no obstante los coeficientes (betas) de *P. douglasiana* son significativos al 7% mientras que los de *P oocarpa* b2 y b3 no son significativos según el valor de $\Pr(>|t|)$, lo que indica que podían ser removidos del modelo para explicar el comportamiento del número de árboles en relación al diámetro cuadrático medio.

Por todo lo anterior, se seleccionaron los datos de las dos especies de referencia considerando para *Pinus douglasiana* aquellos sitios de densidad igual o mayor al cincuenta por ciento y para *Pinus oocarpa* sitios de densidad igual o mayor al 40 por ciento. Los grupos de especies son: uno con todas las especies del género *Pinus spp* donde la especie base o de referencia es dominante y un segundo grupo de todas las especies del género *Quercus spp*.

Tabla 5. Sitios seleccionados de la especie *Pinus douglasiana*.

N	Dqw	Ppinos	P80	Ln(Dqw)	Ln(N)	PS ₁ *Ln(Dqw)	PS ₂ *Ln(Dqw)
1000	18.38725	0.86700	0.13300	2.91166	6.90776	2.52441	0.38725
934	21.48930	0.57173	0.42827	3.06756	6.83948	1.75383	1.31373
900	19.45757	0.33333	0.66667	2.96824	6.80239	0.98941	1.97882
833	18.97663	0.51981	0.48019	2.94321	6.72503	1.52990	1.41331
735	21.23746	0.99864	0.00136	3.05577	6.59987	3.05161	0.00416
700	22.79697	0.76143	0.23857	3.12663	6.55108	2.38070	0.74592
667	22.82510	0.55022	0.44978	3.12786	6.50279	1.72103	1.40683
666	27.20243	0.69970	0.30030	3.30331	6.50129	2.31132	0.99198
633	21.60536	0.52607	0.47393	3.07294	6.45047	1.61657	1.45637

600	24.39355	0.83333	0.16667	3.19432	6.39693	2.66193	0.53239
600	23.12000	0.66667	0.33333	3.14070	6.39693	2.09380	1.04690
568	27.51033	0.70599	0.29401	3.31456	6.34212	2.34003	0.97453
567	23.46656	0.52910	0.47090	3.15558	6.34036	1.66962	1.48596
566	28.09237	0.76502	0.23498	3.33550	6.33859	2.55171	0.78378
533	32.11632	0.62477	0.37523	3.46936	6.27852	2.16754	1.30183
533	28.64402	0.81238	0.18762	3.35494	6.27852	2.72550	0.62945
501	35.94010	0.86627	0.13373	3.58185	6.21661	3.10284	0.47901
500	27.91318	0.73400	0.26600	3.32910	6.21461	2.44356	0.88554
499	27.89784	0.53307	0.46693	3.32855	6.21261	1.77434	1.55421
467	30.58343	0.92934	0.07066	3.42046	6.14633	3.17876	0.24170
467	27.47985	0.78587	0.21413	3.31345	6.14633	2.60393	0.70952
467	26.93409	0.78587	0.21413	3.29339	6.14633	2.58817	0.70522
466	37.22283	0.78541	0.21459	3.61692	6.14419	2.84076	0.77616
466	30.58481	0.71459	0.28541	3.42050	6.14419	2.44427	0.97624
433	27.28781	0.84527	0.15473	3.30644	6.07074	2.79482	0.51162
400	32.72663	0.83250	0.16750	3.48819	5.99146	2.90392	0.58427

N= Numero de arboles /ha; Dqw= Diámetro cuadrático promedio ponderado; Ppinos= proporción del grupo de especies de pinos donde *Pinus douglasiana* tiene mayor densidad, P80= proporción de especies del género *Quercus* y otras latifoliadas; Ppinos=PS₁= proporción de pinos; P80=PS₂= Proporción de *Quercus*

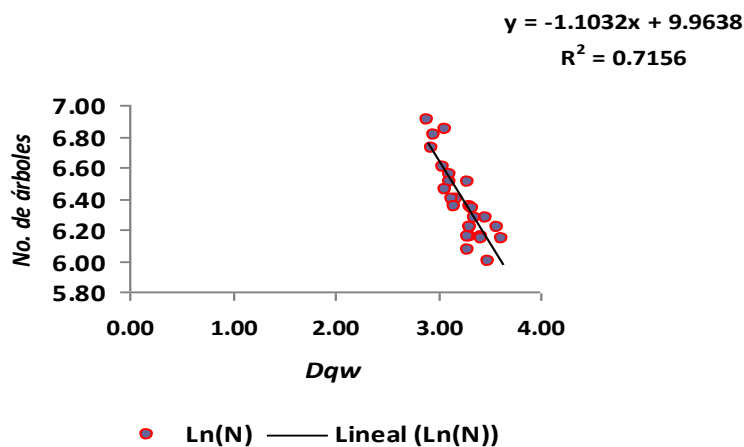


Figura 9. Dispersión de los datos para *Pinus douglasiana* donde se relacionan el $\ln(N)$ y el $\ln(Dqw)$. Obsérvese la tendencia lineal con un valor para R^2 de 0.71 y el valor para $b = -1.1032$.

Tabla 6. Sitios seleccionados de la especie *Pinus oocarpa*.

N	Dqw	Ln(Dqw)	Ln(N)	Ppinos	P80	PS ₁ *Ln(Dqw)	PS ₂ *Ln(Dqw)
251	29.64542	2.65534	6.21461	0.40000	0.60000	1.06213	1.59320
268	20.16671	2.91111	6.21361	0.86687	0.13313	2.52355	0.38757
301	24.95118	2.98554	5.80814	0.65015	0.34985	1.94105	1.04449
367	26.36102	3.03987	5.45104	0.57082	0.42918	1.73521	1.30467
200	22.92085	3.04832	5.70211	0.61102	0.38898	1.86258	1.18574
250	25.96170	3.06100	5.70378	0.66667	0.33333	2.04067	1.02033
217	23.08233	3.13907	5.37759	0.61432	0.38568	1.92839	1.21068

233	20.90258	3.14415	6.10925	0.55556	0.44444	1.74675	1.39740
133	29.19549	3.15511	5.99146	0.58375	0.41625	1.84180	1.31332
133	35.40977	3.19273	5.64545	0.64664	0.35336	2.06456	1.12817
234	34.69251	3.20551	5.80964	0.74963	0.25037	2.40293	0.80258
500	14.22978	3.20922	6.14633	0.78587	0.21413	2.52202	0.68720
284	20.78185	3.21692	5.70545	0.55574	0.44426	1.78777	1.42915
217	40.28991	3.23500	5.30081	0.83292	0.16708	2.69449	0.54051
317	26.77407	3.25853	5.70545	0.72213	0.27787	2.35308	0.90545
217	20.68394	3.28796	5.70545	0.55574	0.44426	1.82725	1.46071
450	23.20000	3.34772	6.10925	0.77778	0.22222	2.60378	0.74394
400	23.45573	3.34990	5.29581	0.66667	0.33333	2.23327	1.11663
233	23.70019	3.37401	4.89035	0.87594	0.12406	2.95543	0.41858
333	19.79725	3.40058	5.29832	0.83250	0.16750	2.83098	0.56960
500	18.37726	3.56699	4.89035	0.87594	0.12406	3.12447	0.44252

N= Numero de arboles /ha; Dqw= Diámetro cuadrático promedio ponderado; Ppinos= proporción del grupo de especies de pinos donde *Pinus oocarpa* tiene mayor densidad, P80= proporción de especies del género *Quercus* y otras latifoliadas; Ppinos=PS₁= proporción de pinos; P80=PS₂= Proporción de *Quercus*

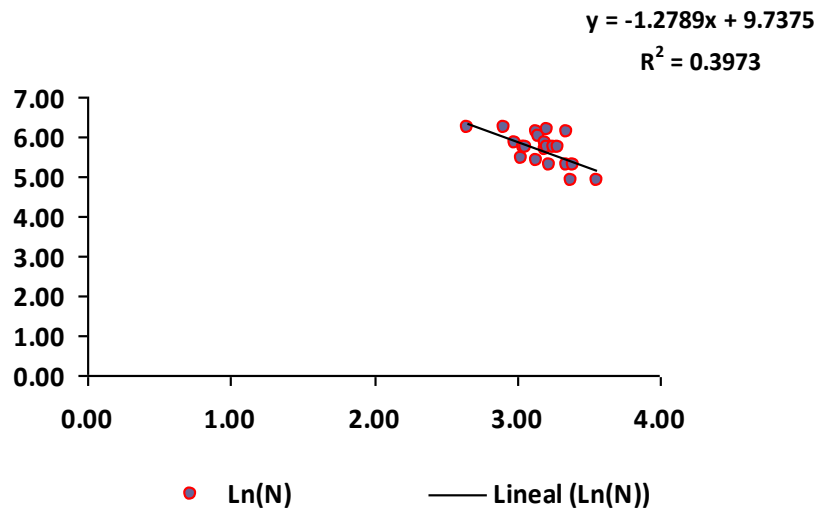


Figura 10. Dispersión de los datos para *Pinus oocarpa* donde se relacionan el ln(N) y el ln (Dqw). Obsérvese la tendencia lineal con un valor para R^2 de 0.3973 y el valor para $b = -1.2789$.

Los siguientes modelos se corrieron en función de aparecer los valores de beta (b) de los respectivos grupos (*Pinus douglasiana*, otras coníferas y encinos) menores que 1 en todas las especies. Lo que motivó a agrupar por género (*Pinus* con dominancia en *Pinus douglasiana* contra *Quercus spp* prácticamente) obteniendo los resultados que a

continuación se listan y considerando que fueron los modelos que mejor se ajustaron a la dispersión de los datos:

MODELO LINEAL CON MEZCLA PARA *Pinus douglasiana*.

$$\ln.N. \sim PS_1.Ln.Dqw. + S_2.Ln.Dqw$$

Residuales:

<i>Min</i>	<i>1Q</i>	<i>Media</i>	<i>3Q</i>	<i>Máx</i>
-0.2365	-0.1014	-0.009193	0.0833	0.2535

Coefficientes:

	<i>Valor</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Valor de "t"</i>	<i>Pr(> t)</i>
(Intercepto)	9.8810	0.5154	19.1698	0.0000
PS ₁ Ln Dqw	-1.0847	0.1519	-7.1422	0.0000
PS ₂ Ln Dqw	-1.0601	0.1808	-5.8630	0.0000

Error estándar residual: 0.137 sobre 23 grados de libertad

$$R^2 = 0.7176$$

F-calculada= 29.22 sobre 2 y 23 grados de libertad

El valor de p = 4.85e-007

Se observa para *Pinus douglasiana* valores de **b** cercanos al valor de – 1.66 referido por Reineke. El valor de R² es considerado bueno para los fines de este trabajo, debido a que el modelo incluye proporciones con alta afinidad, lo cual genera una dependencia lineal. En relación con los valores de Pr, estos demuestran alta significancia.

MODELO LINEAL PARA LA ESPECIE *Pinus oocarpa*

$$\text{Ln.N.} \sim \text{PS}_1 \cdot \text{Ln.Dqw.} + \text{PS}_2 \cdot \text{Ln.Dqw}$$

Residuales:

Min	1Q	Media	3Q	Max
-0.4988	-0.1814	-0.07162	0.1854	0.661

Coeficientes:

	Valor	Error estándar	Valor de "t"	Pr(> t)
(Intercepto)	9.4117	1.4414	6.5297	0.0000
PS ₁ Ln.Dqw	-1.2027	0.4177	-2.8795	0.0100
PS ₂ Ln.Dqw	.1.1181	0.5522	-2.0249	0.0580

Error estándar residual: 0.3217 sobre 18 grados de libertad

$$R^2 = 0.4024$$

F-calculada: 6.06 sobre 2 y 18 grados de libertad

El valor de p= 0.009724

9. CONCLUSIONES

En el contexto de la región, los bosques se encuentran bajo condiciones de manejo forestal para el aprovechamiento maderable desde hace aproximadamente 60 años, por lo que el cumplimiento de las leyes de ecología como la Ley de autoaclareo propuesta por Yoda et al (1963) y la RAA y el FCC elaborados por Gingrich (1967) difícilmente se cumplen. Aunado a lo anterior, se deben sumar los regímenes de disturbio ocasionados por incendios, plagas y enfermedades, heladas extremas y lluvias torrenciales a más de algunos impactos por el mal manejo como deslaves y erosión; entonces la coetaneidad, pureza y alta densidad no se cumplen.

Debido a la forma en que se obtuvieron los datos y se seleccionaron los sitios de muestreo, con base en una tabla obtenida a través de un muestreo sistemático no dirigido ó selectivo a la muestra idónea de rodales coetáneos, puros y de alta densidad, se considera que los resultados no son los esperados, puesto que apenas se acercan al valor teórico de -1.66 propuesto por Reineke.

En el presente escrito, uno de los objetivos fue observar que tan predictivo era el conjunto de datos proveído por un muestreo sistemático para este tipo de trabajo.

Se observó que la relación NDq se encuentra ampliamente asociada con la tolerancia de las especies presentes en los rodales.

10. RECOMENDACIONES

Se recomienda seleccionar las muestras idóneas, considerando rodales de alta densidad, puros y coetáneos o de una relación de especies bien definida en bosques con mezcla de especies.

Desde el punto de vista metodológico se recomienda hacer muestreos selectivos en rodales densos y de alta dominancia.

12. LITERATURA CITADA

1. **Aguirre, C. O.; Vega, G.; Jiménez, J. 1994.** Guía de densidad para *Pinus pseudostrobus* Lindl. en Nuevo León.
2. **Aguirre C., O. A. y J. Jiménez P. 1995.** Guía de densidad para *Pinus teocote* Schl. et Cham. en Nuevo León. Memoria del II Congreso mexicano sobre recursos forestales. Montecillo, Mex. p. 22.
3. **Aguirre, O., Jiménez, J., Vargas, B. 1997.** Análisis estructural del estrato arbóreo de ecosistemas forestales multicohortales. III Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Resúmenes de Ponencias.
4. **Aguirre, O., Kramer, H., Jiménez, J. 1998:** Análisis de la estructura de ecosistemas forestales. Un caso de estudio en Durango, México. Memoria del Primer Congreso Latinoamericano, IUFRO, Valdivia, Chile, 11 p.
5. **Aguirre, C. O.; Kramer, H.; Jiménez, J. 2003:** Zuwachsuntersuchungen in einem ungleichaltrigen Nadelholz-mischbestand in den Hochlagen der Sierra Madre Occidental, Nordost México. Forstarchiv 74, 103-109.
6. **Andenmatten, E.; Letourneau, F. 1995.** Predicción y Proyección del rendimiento de Pino ponderosa en las provincias de Chubut y Río Negro, Argentina. Campo Forestal Gral. San Martín, Estación Experimental Bariloche, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Casilla de correo 26 (8430) El Bolsón, Río Negro, Argentina.
7. **Becerra, L. F. 1986.** Determinación de una guía de densidad para *Pinus patula* Schdl. en Chignahuapan, Zacatlán, Puebla. Tesis de M. en Ciencias, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 82 pp.
8. **Bruce, D. 1965.** Comparisons of measures of stand density, Lodgepole Pine Management Work Conference, Bend, OR.
9. **CONAFOR. 2008.** Fichas técnicas *In:* Conservación y Restauración/Reforestación/Fichas técnicas.
http://www.conafor.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=58&Itemid=129. Consulta del día 22 de mayo de 2008.
10. **Cochran, P.H. 1985a.** Site index, height growth, normal yields, and stocking levels for larch in Oregon and Washington. USDA Forest Service. Res. Note PNW-424. 24 p.
11. **Cochran, P.H. 1992.** Stocking levels and underlying assumptions for uneven-aged ponderosa pine stands. USDA. Forest Service. Res. Note PNW-RN-509. 10 p.

12. **Curtis, R. O. 1968.** Which average diameter J. For. 66 (7): 570.
13. **Curtis, R. O. 1970.** Sand Density Measures: an Interpretation. For. Sci. 16:403-414.
14. **Curtis, R. O. 1982.** A simple index of stand density for Douglas-fir. For. Sci. 28:92-94.
15. **Dean T.J.; Baldwin Jr. V.C. 1993.** Using a Density-Management Diagram to Develop Thinning Schedules for loblolly pine plantations. Res. Pap. SO-275. USDA Forest Service. 7 p.
16. **Demars, D. J.; Barrett, J. W. 1987.** Ponderosa pine managed-yield simulator: PPSIM user's guide. General Technical Report PNW-GTR-203. Portland OR: Pacific Northwest Research Station, Forest Service, USDA. 36 p.
17. **Drew, T. J.; Flewelling, J. W. 1977.** Some recent Japanese theories of Yield-density relationships and their application to Monterrey pine plantations. For Sci. U.S.A.
18. **Drew, T. J.; Flewelling, J. W. 1979.** Stand density management: An alternative approach and its application to Douglas-fir plantations. Forest Science. 25: 518 – 532.
19. **Flewelling, J. W.; Drew, T. J. 1985.** Stand density management diagram for lodgepole pine. *In:* Bauwgarter R. Lodgepole pine: the species and its Management. Coop. Ext. Washington
20. **Gingrich, S.F. 1967a.** Measuring and evaluating stocking and stand density in upland hardwood forest in the Central States. Forest Science 13: 38-53.
21. **Gingrich, S. F. 1967b.** Measuring and evaluating stocking and stand seedling. Ecology 52. U.S.A.
22. **Hett, J. M. 1971.** A dynamic analysis of age in sugar maple seeding. Ecology 52. U.S.A.
23. **Husch, B, Miller, C. F.; Beers, T. W. 1972.** Forest mensuration. 2nd. Ed. New. York, Wiley. 410 p.
24. **Jiménez, J., Torres, L.; Baca, J. 1999.** Descripción estructural de un ecosistema de *Pinus - Quercus* en la Sierra Madre Oriental. IV Congreso Mexicano Sobre Recursos Forestales. Durango, Dgo. México.
25. **Kershaw, J. A. Jr.; Fischer, B. C. 1991.** A Stand Density Management Diagram for Sawtimber-Sized Mixed Upland Central Hardwoods. *In:* Proc. 8th Central Hardwood For. Conf. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. NE-148. pp.: 414-428.

26. **Long, J. N. 1980.** Productivity of western coniferous forests stands. Yale Univ. School For. Bull. 28. U.S.A.
27. **Marquez-Linares, M. A.; Álvarez-Zagoya, R. 1995.** Construcción de una guía de densidad para *Pinus cooperi* var. *ornelasi* con base en la clase de copa en Durango, México. Madera y Bosques 1(2), 1995: 23-26.
28. **Mitchell, K. J.; Cameron I. R. 1985.** Managed Stand Yield Tables for Coastal Douglas Fir: Initial Density And Precommercial Thinning. Land Management Report Number 31. B. C. Ministry of Forest Research Branch. Victoria, B. C. 69 pp.
29. **McCarter, J. B.; Long, J. N.. 1986.** A lodgepole pine density management diagram. Western Journal of Applied Forestry 1: 6-11.
30. **Phillbrook, J. S.; Barret, J. P.; W. B. Leak. 1973.** A Stocking guide for Easter white pine. USDA. For Serv. Res Note. NE-168. 3 P.
31. **Powel, D.S.; Barnard J. E. 1979.** Identifying regional timber management opportunities by computer. In Frayer, W. E. ed. Forest resource inventories Vol 1. Proceedings of a workshop sponsored by Society of American Foresters, IUFRO and Colorado State University pp.486-498.
32. **Rueda S., A.; Ruiz C., J. A.; Flores G., J. G.; Talavera Z., E. 2006.** Potencial productivo para 11 especies de pino en Jalisco. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIRPAC, INIFAP. Libro Técnico Núm. 1. Guadalajara, Jalisco, México.
33. **Ruiz, G. J. L. 2005.** Caracterización estructural del matorral espinoso tamaulipeco, Linares, Nuevo León, México. Tesis de maestría. 104 p.
34. **Reineke, L. H. 1933.** Perfecting a stand density index for even-aged forest. J. Agr. Res. 46: 627-638.
35. **Schnur, G. L. 1937.** Yield, stand and volume tables for even aged upland oak forests. USDA Tech. U.S.A.
36. **SEMARNAT, 2008.** Unidad de Aprovechamiento y Restauración de Recursos Naturales. Prontuario Estadístico de Aprovechamientos Forestales Maderables en Jalisco.
37. **Secretaría de Programación y Presupuesto. 1973.** CETENAL. Carta de Uso de Suelo. 1:50, 000.
38. **Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981** Síntesis Geográfica de Jalisco.
39. **SPP. CETENAL. 1979.** Descripción de la leyenda de la carta Topográfica. CETENTAL. México.

40. **Stochr, H. A. 1955.** Stem taper of trembling aspen. For. Science. U.S.A.
41. **Stahelin, R. 1949.** Thinning event-aged loblolly and slash pine stand to specific densities. J. For. 47 U.S.A.
42. **Solomon, D. S. 1974.** Simulation of the development of Natural and Silviculturally treated stands of evenaged northern hardwoods. In FRIES J. Ed. Growth models for tree and stand simulation. Dept. of Forest Yield Research. Institutionen For Skogsproduktion. Sweden. Nr. 30 pp.327-352.
43. **Solomon, D. S.; Leak, W. B. 1969.** Stoking, growth and yield of birch stands. In proc. Of Birch Symp. USDA. For. Serv. Northeast For. Exp. Stn. Upper Darby, Pa. pp 106-118.
44. **Seymour, R. S. 1977.** Development of a stocking guide for eastern white pine. Inédito-mecanografiado. Qualifying examination. Question 2. Yale University, School of Forestry 18. p.
45. **Torres-Rojo, J. M. y Velázquez-Martínez, A. 2000.** Índice de densidad relativa para rodales coetáneos mezclados. Agrociencia, No. 4, Vol. 34:497-507.
46. **Valencia, V. J. 1974.** Utilización del Índice de densidad de Reineke en *Pinus douglasiana* en Atenquique, Jalisco. Ciencia Forestal en México, Vol. 19, Núm. 76 Julio – Diciembre 1974.
47. **Weller, D. E. 1987.** A Re-evaluation of the $-3/2$ Power Rule of Self – Thinning. Ecol. Monog. 57:23-43.
48. **Yoda, K., T. Kira, H Ogawa and H Ozumi. 1963.** Intraespecific competition among higer plants. XI: Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. J. Biol. Series D, 14: 107 – 129.
49. **Zeide, B. 1985.** Tolerance and self-tolerance of trees. For Ecol Manage 13:149–166
50. **Zeide, B. 1987.** Analysis of the $3/2$ power law of self-thinning. For Sci 33:517–537
51. **Zeide, B. 1991.** Self-thinning and stand density. For. Sci. 37:517–523
52. **Zepeda, B. E. M.;Villarreal, D. M. E. 1987.** Guía de densidad para *Pinus hartwegii* Lind. Zoquiapan, México.

ANEXO I

Tabla 7 Tabla general de datos para las dos especies estudiadas *Pinus douglasiana* y *P.oocarpa*.

SITIOC	TOTAL	NE8	DQE8	NE14	DQE14	NE80	DQE80	P8	P14	P80	TOTAL	Ln(N)	Dqw	Ln(Dqw)	Ps1*Ln(Dqw)	Ps2*Ln(Dqw)	Ps3*Ln(Dqw)
1111	1034	767	23.54	67	16.49	200	30.69	0.74178	0.06480	0.19342	1034	6.94119	24.46616	3.19729	2.37168	0.20717	0.61843
2661	1000	300	14.35	567	18.74	133	25.99	0.30000	0.56700	0.13300	1000	6.90776	18.38725	2.91166	0.87350	1.65091	0.38725
1726	966	633	29.92	100	12.68	233	17.95	0.65528	0.10352	0.24120	966	6.87316	25.24815	3.22875	2.11574	0.33424	0.77878
2691	934	533	17.97	1	1.00	400	26.23	0.57066	0.00107	0.42827	934	6.83948	21.48930	3.06756	1.75054	0.00328	1.31373
2175	933	500	7.97	200	20.14	233	13.11	0.53591	0.21436	0.24973	933	6.83841	11.86241	2.47337	1.32550	0.53020	0.61768
1497	900	267	36.43	33	5.00	600	12.70	0.29667	0.03667	0.66667	900	6.80239	19.45757	2.96824	0.88058	0.10884	1.97882
1470	900	333	28.91	100	33.36	467	15.76	0.37000	0.11111	0.51889	900	6.80239	22.58106	3.11711	1.15333	0.34635	1.61743
2411	900	233	39.63	467	25.04	200	23.12	0.25889	0.51889	0.22222	900	6.80239	28.39052	3.34606	0.86626	1.73623	0.74357
2675	867	367	18.75	167	15.15	333	25.20	0.42330	0.19262	0.38408	867	6.76504	20.53391	3.02208	1.27924	0.58211	1.16073
1092	833	500	18.92	100	19.84	233	12.38	0.60024	0.12005	0.27971	833	6.72503	17.20113	2.84497	1.70767	0.34153	0.79577
1399	833	300	25.09	133	18.41	400	14.58	0.36014	0.15966	0.48019	833	6.72503	18.97663	2.94321	1.05998	0.46992	1.41331
1732	800	233	42.73	300	28.66	267	21.99	0.29125	0.37500	0.33375	800	6.68461	30.53178	3.41877	0.99572	1.28204	1.14101
2670	768	600	26.87	1	1.00	167	21.59	0.78125	0.00130	0.21745	768	6.64379	25.68819	3.24603	2.53596	0.00423	0.70584
2409	768	500	14.49	1	1.00	267	16.52	0.65104	0.00130	0.34766	768	6.64379	15.17818	2.71986	1.77074	0.00354	0.94558
2183	767	433	17.91	67	17.46	267	15.41	0.56454	0.08735	0.34811	767	6.64249	17.00042	2.83324	1.59947	0.24749	0.98628
2142	735	467	22.52	267	19.07	1	1.00	0.63537	0.36327	0.00136	735	6.59987	21.23746	3.05577	1.94155	1.11005	0.00416
1081	734	567	25.65	67	30.60	100	13.09	0.77248	0.09128	0.13624	734	6.59851	24.39067	3.19420	2.46745	0.29157	0.43518
1471	700	433	22.78	100	39.82	167	25.35	0.61857	0.14286	0.23857	700	6.55108	25.82741	3.25144	2.01125	0.46449	0.77570
1505	700	400	23.68	133	21.82	167	21.46	0.57143	0.19000	0.23857	700	6.55108	22.79697	3.12663	1.78664	0.59406	0.74592
2663	667	467	32.36	33	24.00	167	14.01	0.70015	0.04948	0.25037	667	6.50279	27.35201	3.30879	2.31665	0.16370	0.82844
1157	667	400	17.72	67	11.05	200	13.37	0.59970	0.10045	0.29985	667	6.50279	15.74565	2.75656	1.65311	0.27690	0.82656
2496	667	300	26.82	67	28.02	300	17.67	0.44978	0.10045	0.44978	667	6.50279	22.82510	3.12786	1.40683	0.31419	1.40683
1502	667	200	34.74	100	12.83	367	20.54	0.29985	0.14993	0.55022	667	6.50279	23.64195	3.16302	0.94843	0.47422	1.74037
1403	666	233	29.69	233	21.85	200	30.54	0.34985	0.34985	0.30030	666	6.50129	27.20243	3.30331	1.15566	1.15566	0.99198
2480	666	200	28.54	233	15.68	233	16.41	0.30030	0.34985	0.34985	666	6.50129	19.79725	2.98554	0.89656	1.04449	1.04449
2425	634	200	30.85	67	12.59	367	29.52	0.31546	0.10568	0.57886	634	6.45205	28.15043	3.33756	1.05286	0.35271	1.93200

1154	633	233	29.43	100	21.45	300	15.58	0.36809	0.15798	0.47393	633	6.45047	21.60536	3.07294	1.13111	0.48546	1.45637
2178	633	200	35.10	233	23.41	200	23.94	0.31596	0.36809	0.31596	633	6.45047	27.27098	3.30582	1.04449	1.21684	1.04449
1147	600	467	26.39	33	12.00	100	19.16	0.77833	0.05500	0.16667	600	6.39693	24.39355	3.19432	2.48624	0.17569	0.53239
2633	600	200	14.59	167	21.44	233	25.19	0.33333	0.27833	0.38833	600	6.39693	20.61292	3.02592	1.00864	0.84221	1.17506

Continuación Tabla 7 7 Tabla general de datos para las dos especies estudiadas *Pinus douglasiana* y *P.oocarpa*.

1248	600	200	15.25	200	31.32	200	22.79	0.33333	0.33333	0.33333	600	6.39693	23.12000	3.14070	1.04690	1.04690	1.04690
1351	599	333	18.53	33	30.00	233	21.78	0.55593	0.05509	0.38898	599	6.39526	20.42609	3.01681	1.67713	0.16620	1.17348
1690	568	500	35.22	1	1.00	67	17.73	0.88028	0.00176	0.11796	568	6.34212	33.09667	3.49943	3.08049	0.00616	0.41279
2612	568	400	28.37	1	1.00	167	25.61	0.70423	0.00176	0.29401	568	6.34212	27.51033	3.31456	2.33420	0.00584	0.97453
2606	567	267	21.07	33	26.00	267	25.55	0.47090	0.05820	0.47090	567	6.34036	23.46656	3.15558	1.48596	0.18366	1.48596
2268	566	333	26.43	33	34.00	200	26.33	0.58834	0.05830	0.35336	566	6.33859	26.83602	3.28975	1.93549	0.19180	1.16245
1503	566	233	36.78	200	28.42	133	12.38	0.41166	0.35336	0.23498	566	6.33859	28.09237	3.33550	1.37309	1.17862	0.78378
1102	534	367	26.29	100	10.71	67	10.00	0.68727	0.18727	0.12547	534	6.28040	21.32852	3.06005	2.10306	0.57304	0.38394
1146	533	300	40.21	33	25.00	200	21.15	0.56285	0.06191	0.37523	533	6.27852	32.11632	3.46936	1.95274	0.21480	1.30183
2660	533	333	21.58	133	22.37	67	8.06	0.62477	0.24953	0.12570	533	6.27852	20.07762	2.99961	1.87405	0.74849	0.37706
2286	533	300	28.40	133	26.22	100	32.60	0.56285	0.24953	0.18762	533	6.27852	28.64402	3.35494	1.88834	0.83716	0.62945
1141	501	433	37.60	1	1.00	67	40.58	0.86427	0.00200	0.13373	501	6.21661	37.92547	3.63562	3.14217	0.00726	0.48620
1094	501	300	24.12	1	1.00	200	23.71	0.59880	0.00200	0.39920	501	6.21661	23.91018	3.17430	1.90078	0.00634	1.26719
2668	501	300	38.41	1	1.00	200	29.49	0.59880	0.00200	0.39920	501	6.21661	34.77445	3.54888	2.12508	0.00708	1.41672
2657	501	267	42.94	167	27.20	67	29.83	0.53293	0.33333	0.13373	501	6.21661	35.94010	3.58185	1.90889	1.19395	0.47901
1139	500	200	26.44	167	32.34	133	24.57	0.40000	0.33400	0.26600	500	6.21461	27.91318	3.32910	1.33164	1.11192	0.88554
1727	499	233	24.79	33	41.00	233	29.15	0.46693	0.06613	0.46693	499	6.21261	27.89784	3.32855	1.55421	0.22012	1.55421
2296	467	433	30.62	1	1.00	33	31.00	0.92719	0.00214	0.07066	467	6.14633	30.58343	3.42046	3.17143	0.00732	0.24170
2687	467	333	13.13	1	1.00	133	37.30	0.71306	0.00214	0.28480	467	6.14633	19.98756	2.99511	2.13570	0.00641	0.85300
2495	467	300	31.67	67	21.27	100	19.07	0.64240	0.14347	0.21413	467	6.14633	27.47985	3.31345	2.12856	0.47538	0.70952
2497	467	200	31.20	167	27.66	100	17.19	0.42827	0.35760	0.21413	467	6.14633	26.93409	3.29339	1.41045	1.17772	0.70522
2667	466	333	34.48	33	20.00	100	52.04	0.71459	0.07082	0.21459	466	6.14419	37.22283	3.61692	2.58462	0.25613	0.77616
1140	466	300	27.15	33	10.00	133	43.44	0.64378	0.07082	0.28541	466	6.14419	30.58481	3.42050	2.20204	0.24222	0.97624
2284	466	200	24.82	233	22.13	33	28.00	0.42918	0.50000	0.07082	466	6.14419	23.70019	3.16548	1.35858	1.58274	0.22417
1113	434	300	25.42	1	1.00	133	25.42	0.69124	0.00230	0.30645	434	6.07304	25.36373	3.23332	2.23501	0.00745	0.99086
1162	434	300	57.46	67	29.43	67	33.35	0.69124	0.15438	0.15438	434	6.07304	49.41074	3.90017	2.69597	0.60210	0.60210
2395	434	200	23.94	67	14.56	167	20.66	0.46083	0.15438	0.38479	434	6.07304	21.22982	3.05541	1.40802	0.47169	1.17570
1755	433	333	22.24	33	38.00	67	47.10	0.76905	0.07621	0.15473	433	6.07074	27.28781	3.30644	2.54283	0.25199	0.51162
2172	433	200	11.08	100	33.91	133	16.48	0.46189	0.23095	0.30716	433	6.07074	18.01118	2.89099	1.33533	0.66767	0.88800

2130	400	300	36.09	33	22.00	67	22.95	0.75000	0.08250	0.16750	400	5.99146	32.72663	3.48819	2.61614	0.28778	0.58427
2632	399	233	9.37	33	39.00	133	27.47	0.58396	0.08271	0.33333	399	5.98896	17.85393	2.88222	1.68310	0.23838	0.96074
2609	368	300	15.97	1	1.00	67	21.21	0.81522	0.00272	0.18207	368	5.90808	16.88334	2.82633	2.30407	0.00768	0.51458
1620	333	200	31.70	33	33.00	100	24.26	0.60060	0.09910	0.30030	333	5.80814	29.59459	3.38759	2.03459	0.33571	1.01729